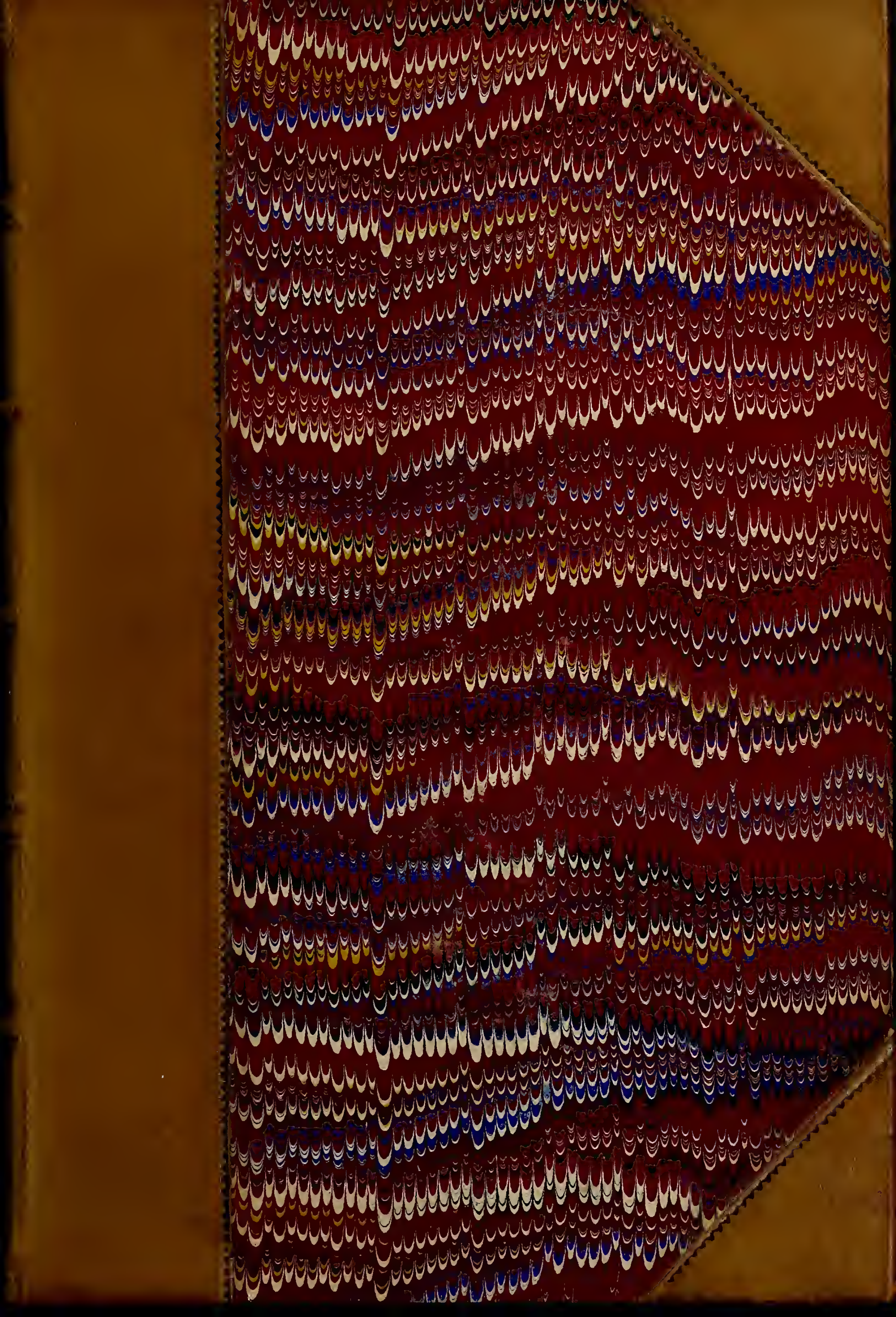


GRUNDRISS

DER

ANATOMIE, PHYSIOLOGIE

UND

ENTWICKELUNGSGESCHICHTE DES MENSCHEN

VON

Dr. ARNOLD BRASS
IN LEIPZIG.

MIT 66 ABBILDUNGEN.

LEIPZIG,
VERLAG VON F. C. W. VOGEL.
1884.

SEINEM LIEBEN FREUNDE

DEM

PFARRER HUGO KERSTEN

GEWIDMET

VOM

VERFASSER.

Vorwort.

Noch zu keiner Zeit hat ein solch reges Forschen, zum Zweck einer klaren Erkenntniss der Natur, mit dem Menschen als dem uns bekannten höchsten Product derselben, die Geister so Vieler in Anspruch genommen, als gerade in der Jetztzeit. Niemals sind die grossen Errungenschaften der Naturwissenschaft, mit Einschluss der wissenschaftlichen Medicin, schneller in weiteren Kreisen verbreitet worden als heutigen Tags. Mit einer meist voreiligen Hast bemächtigt sich die Presse der in langjähriger ernster Arbeit gewonnenen Resultate, um sie dem Gebildeten so schnell als möglich zu übermitteln. Der letztere wird aber für viele der mitgetheilten Resultate kein volles Verständniss erhalten, weil es sich die Vertreter der Wissenschaft in nur geringem Grade angelegen sein lassen können, ihn klar und verständlich von Grund auf zu belehren.

All unser Streben und Forschen dreht sich bekanntlich nur um einen Punkt: um das möglichst eingehende Erkennen unserer selbst und unseres Verhältnisses zur Natur; aber während die Alten danach trachteten, einzig durch Nachdenken eine Philosophie und eine Lehre von dem Sein und Werden aufzustellen, gehen wir an der Hand der kritischen Untersuchung und des streng durchdachten Experimentes Schritt für Schritt weiter, um jene Schleier soweit als möglich zu lüften, welche das Werden und Vergehen in der Natur unsern beschränkten Sinnen verhüllen. Wenn wir aber danach fragen, ob unsere Bestrebungen auch schon den gewünschten Erfolg gehabt, ob das, was feststeht auch schon Gemeingut aller Gebildeten geworden sei, so lautet die Antwort darauf sehr wenig befriedigend. Nicht einmal das Nächstliegende, die Erkenntniss unseres eigenen Körpers, wird in der logisch richtigen Weise verfolgt; zwar hört man in allen Kreisen die mannigfachsten Gedanken über dies und jenes betreffs des eigenen Ichs, der normalen und krankhaften Vorgänge im Körper, aber nur verhältnissmässig selten trifft man einmal ein richtiges, auf hinreichender Grundlage basirendes

Verständniss solcher Vorgänge. Unsere heutige Lehrmethode trägt vielfach Schuld daran; wird doch z. B. dem Studirenden zugemuthet, dass er die Natur studire und den Menschen ignorire, dass er Psychologie und Philosophie treibe, ohne eine Kenntniss des Körpers zu haben, dessen höchste Functionen er erkennen lernen soll; Anthropologie und Entwickelungsgeschichte wird gelehrt und der Zuhörer kennt oft noch nicht den Bau des einfachsten Organs des eigenen Körpers.

In dem vorliegenden Werkchen habe ich es versucht, den allgemeinen Bau, die Functionen und die Entwickelung der einzelnen Organe und Organsysteme unseres Körpers in einfacher Form möglichst zusammenhängend darzustellen. In erster Linie soll die Arbeit dazu dienen, dem Studirenden der nicht medicinischen Disciplinen, dem Lehrer und Geistlichen ein Leitfaden beim Studium der Anthropologie, Psychologie u. s. w. zu sein. Weiterhin wird aber auch der junge Medicin-Studirende durch ihn einen Ueberblick über den Gegenstand gewinnen können, mit dessen Studium er sich zeitlebens zu befassen hat; das Treiben der Specialstudien wird ihm leichter fallen, wenn er das Zusammengehörige mit knappen Worten in Zusammenhang gebracht vorfindet. Endlich wird ein jeder Gebildete in den wenigen Bogen das finden, was er über die verschiedensten Verhältnisse des menschlichen Organismus wissen muss und verstehen kann. Dass viele Kapitel, wie z. B. dasjenige über Skelett- und Muskelsystem, sehr allgemein gehalten und durch stete Wiederholung bei der Schilderung ähnlicher Verhältnisse etwas langweilig geworden sind, liegt in der Natur des Stoffs; die verwickelte Lehre von den Bändern und Fascien ist nur minimal angedeutet, weil dieselbe ohne Anschauung nicht klar zu machen ist, trotzdem die Bänder und Fascien gleiche Wichtigkeit haben wie die Skelettstücke, welche sie verbinden, und wie die Muskeln, deren Wirkung sie regeln.

Den Umstand, dass ich mit Fremdwörtern soviel als möglich sparsam umgegangen bin, wird mir gewiss Niemand verdenken, der den Zweck dieses Werkchens erkannt hat. Ich übergebe dasselbe dem Leserkreise mit der Bitte, die Mängel, welche sich verschuldet und unverschuldet bei der Zusammenfassung des gewaltigen Stoffs eingeschlichen haben, gütigst entschuldigen zu wollen.

Affoldern, im November 1884.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichniss.

DRITTER ABSCHNITT.

EINLEITUNG.

Wohl so lange, als der Mensch versucht hat, über sich und sein Verhältniss zur Natur nachzudenken, so lange hat er auch danach getrachtet, einen gewissen Aufschluss über den Bau seines Körpers, über die Functionen der einzelnen Theile desselben, über die Entstehung seiner selbst, über Werden und Vergehen zu erlangen. Dadurch, dass er strebte, sich selbst zu erkennen, hat er sich über das Thier erhoben und dadurch ist es ihm gelungen, sich bis zu einem gewissen Grade von der Aussenwelt unabhängig zu machen und die Stoffe, welche die Natur bietet, die Kräfte, welche in ihr walten, zu seinem Nutzen zu verwenden. Der hochentwickelte Grieche setzte ja die Selbsterkenntniss als höchste Tugend eines auf der Höhe der Zeit stehenden Mitbürgers voraus, und jenes alte Wort, welches über dem delphischen Tempel stand, sollte jeden Eintretenden sofort daran mahnen, zunächst über sich selbst nachzudenken, sich selbst zu erkennen, um dann als würdig in das Heiligthum einzutreten und von den Göttern das fordern zu können, wonach er Verlangen trug.

Von jeher ist es auch der Fall gewesen, dass die Völker diejenigen ihrer Gefährten achteten und ehrten, von denen man voraussetzte, dass sie irgend eine Kenntniss der inneren Vorgänge im Menschen besässen, dass sie Gewalt hätten sowohl über den Körper des Menschen als auch über seinen Geist, Gewalt über die Natur und über die Gottheiten, welche man als ihre Gründer ansah. Man behandelte solche Standesgenossen mit Ehrfurcht und mit Furcht. Fast alle Völkerstämme haben ihre Zauberer gehabt und ihre Priester, welche zwischen ihnen und den höheren Wesen vermitteln sollten. Auch heute noch gelten bei den höchst civilisirten sowohl als bei den rohesten Völkern jene am meisten, welche es verstanden haben, in der Seele der Mitmenschen zu lesen, oder welche es vermögen, den Körper derselben nach irgend einer Richtung hin zu beherrschen. Der grosse Psycholog, wie der bedeutende Arzt, der schlaue Spiritist und der sein Handwerk betreibende Magnetiseur werden ange-

staunt, mit Ehrfurcht behandelt, ausgezeichnet, und ein Jeder gestattet ihnen Freiheiten, welche sonst nicht geduldet werden.

Dasselbe Wort, welches über dem Eingang zum delphischen Tempel stand, hat auch die moderne Wissenschaft zu ihrem Motto gemacht. Der Endzweck alles Strebens und Forschens läuft darauf hinaus, den Menschen vollkommen zu erkennen. Der Historiker beschäftigt sich mit der Stellung der Völker zu einander, er sucht aus der Vergangenheit das Verhältniss des Einzelnen zu dem Ganzen zu erklären; der Sprachforscher ist bestrebt, aus den verschiedenen Sprachen, welche dem Menschen eigen sind, das Gemeinsame zu ergründen, es zusammenzustellen und so vielleicht einen Aufschluss über die Zusammengehörigkeit der Völker zu gewinnen; wieder Andere streben danach, die Stellung des Menschen zu der Natur, zur Erde klar zu legen, und noch andere versuchen es, seine Abhängigkeit von etwas über ihm Stehenden und sein Verhältniss zu diesem zu ergründen. Die gesammte Naturwissenschaft und alle medicinischen Disciplinen verfolgen den Endzweck, die Vorgänge im Körper zu erforschen und den Menschen von der Natur so unabhängig wie nur irgend möglich zu machen, und gerade die Fortschritte, welche die Naturwissenschaft und Medicin in den letzten Decennien gemacht haben, lassen es für einen jeden Gebildeten als eine Nothwendigkeit erscheinen, eine gewisse Kenntniss seiner selbst nach verschiedenen Richtungen hin zu besitzen.

Die folgenden Betrachtungen sollen daher dazu dienen, weitere Kreise über den allgemeinen Bau des menschlichen Körpers zu unterrichten, sie sollen in grossen Zügen die Functionen der einzelnen Organe, soweit sie genau bekannt sind, klar zu legen suchen. Bei all den Darstellungen ist daher der streng wissenschaftliche Weg erst in zweiter Linie berücksichtigt worden, es kam zunächst darauf an, ein Bild vom Körper des Menschen zu entwerfen, die Zusammengehörigkeit der einzelnen Theile dieses Körpers klar zu legen, und deshalb ist bei der Besprechung eines jeden Organs oder Organapparates auch gleich die Besprechung der Functionen des betreffenden soweit als thunlich gegeben worden. Es ist heutzutage einem Jeden bekannt, dass unser Körper keine einheitliche Masse darstellt, sondern dass er sich aus verschiedenen einzelnen Theilen zusammensetzt, welche wir als Organe zu bezeichnen pflegen, denen je eine bestimmte Hauptfunction zukommt. Die Organe haben sich nach den Functionen, welche der Körper auszuüben hat, herangebildet, sie haben sich ihm mehr und mehr angepasst, und es wird uns nicht schwer fallen, auch heute noch dieses Verhältniss der Anpassung für

einzelne Körpertheile direct nachzuweisen. Wir brauchen ja nur einmal die verschiedenen Individuen eines Volkes zu betrachten, um zu sehen, dass in der Ausbildung des Körpers die mannigfachsten Verschiedenheiten herrschen. Bei dem einen ist die Musculatur stark entwickelt, bei dem andern functioniren die Sinnesorgane scharf, bei wieder andern ist es das Gehirn, welchem Hauptfunctionen zukommen, und wir dürfen ruhig sagen, dass durch die Ausübung der Hauptfunctionen die Leistungsfähigkeit und Weiterentwickelung eines Organs bedingt werde.

Bis zu einer gewissen Grenze steht es in der Gewalt des Menschen, gewisse Organe dadurch weiter auszubilden, dass er ihre Thätigkeiten langsam steigert; ebenso hat er es in seiner Gewalt, durch Nichtgebrauch einzelne Organe oft erheblich verkümmern zu lassen.

Als ein Hauptmoment bei unserer Betrachtung über die Ausbildung der verschiedenen Körpertheile haben wir den Gang des Menschen zu berücksichtigen. Die aufrechte Stellung bedingte eine Umbildung der meisten Organe, der Bewegungsapparat wurde ein wesentlich anderer, die unteren Extremitäten entwickelten sich als eigentliche Fortbewegungswerkzeuge mächtig, die oberen Extremitäten functionirten nur noch als Greiforgane. Mit der Bewegung und der Stellung musste auch der gesammte Skelettapparat modificirt werden. Die Wirbelsäule erfuhr eine Reihe von Umbildungen, der Beckenapparat diente als Stütze für die gesammten Eingeweide, er erweiterte sich daher und bildete sich schüsselförmig aus, die inneren Organe mussten sich der Veränderung der Hauptachse des Körpers entsprechend umlagern und dadurch entstand eine grosse Reihe von anatomischen Veränderungen, welche den Organismus des Menschen vor dem der übrigen Säugethiere entschieden auszeichnen. Vor allen Dingen ist es aber der Kopf, die Haltung desselben, die Bildung des Gesichts und die Entwickelung der Schädelkapsel mit dem inliegenden Gehirn, welche den Menschen sofort von dem Thiere unterscheiden.

Es ist uns zur Zeit noch nicht möglich gewesen, genau zu bestimmen, auf welche Weise der Organismus des Menschen aus einem tiefer stehenden Organismus hervorgegangen ist. Wenn wir auch nach allen anatomischen und physiologischen Befunden durchaus annehmen müssen, dass eine enge Verwandtschaft zwischen Mensch und Thier besteht, so wissen wir doch noch nicht, wo wir nun die Uebergänge zwischen beiden Gruppen zu suchen haben. Jedenfalls ist es sehr gewagt zu behaupten, dass sich der Mensch direct aus einem

der heute noch lebenden Affen weiter entwickelt habe. Dass aber eine Entwickelung vom Unvollkommneren zum Vollkommneren stattfindet und stattgefunden hat, das zeigt das Menschengeschlecht selbst, denn es wird wohl niemals einem Gebildeten einfallen, sich mit einem jener niedrig stehenden und fast ausschliesslich mit thierischen Sitten und Gewohnheiten behafteten Patagonier oder Südseeinsulaner auf dieselbe Stufe zu stellen.

Betrachten wir den feineren Bau der Organe und zerlegen wir dieselben schliesslich in ihre Elemente, die Zellen, so finden wir allüberall, wo wir auch nur untersuchen mögen, die grösste Uebereinstimmung mit den gleichen Organen der Thiere, und es möchte zur Zeit wohl einem jeden Forscher schwer fallen zu sagen, wie sich der feinere Bau des Menschen von dem der höheren Säugethiere unterscheidet.

Ebensowenig wie der Körper ein einheitliches Gebilde ist, ebensowenig sind es auch die Organe, welche ihn aufbauen, mögen wir deren betrachten, welche wir wollen. Die Organe setzen sich auch wieder aus einzelnen Theilen zusammen, welche wir als Gewebe bezeichnen, und diese Gewebe bestehen hinwiederum aus kleinen Theilen, den Zellen. Jede Zelle kann wieder in verschiedene bestimmte Theile aufgelöst werden, wir können sie als Elementarorganismen innerhalb des Organismus bezeichnen. Um uns das Verhältniss der Zellen zu den Geweben und dieser zu den Organen klar zu machen, wollen wir hier gleich ein bestimmtes Beispiel besprechen. Nehmen wir als ein solches Organ die äussere Haut, welche sich allseitig um den Körper herum erstreckt, die einzelnen Theile desselben in bestimmten Formen zusammenhält, ihm gegen äussere Einflüsse einen gewissen Schutz gewährt und dabei noch verschiedene Functionen, welche wir später besprechen müssen, ausübt. Wir finden schon bei oberflächlicher Betrachtung, dass dieselbe an den verschiedenen Körperstellen nicht einmal gleichartig ausgebildet ist, sondern dass sie in einzelnen Partien oft ganz beträchtliche Modificationen aufweist. Am Scheitel, Hinterkopf u. s. w. ist sie mit Haaren bedeckt, an andern Körpertheilen haarlos; einige Stellen sind dicht von Talg- und Schweissdrüsen durchsetzt; an andern wieder, wie z. B. an den Vorderabschnitten der Hände und Füsse, sind plattenartige, empfindungslose Hornablagerungen entstanden, die wir als Nägel bezeichnen, denen auch besondere Functionen zukommen; noch andere Stellen zeichnen sich endlich dadurch aus, dass sie der Sitz eines äusserst feinen Gefühls sind, indem in ihnen zahlreiche Nervenendigungen vorkommen, welche die Einwirkung vieler äusserer Einflüsse zur

Empfindung bringen. Noch grösser werden aber die Unterschiede, wenn wir die verschiedenen Schichten mit dem Mikroskope prüfen, wenn wir uns z. B. an verschiedenen Körperstellen Querschnitte durch die Haut gemacht denken und wenn wir von solchen Stellen daraufhin feine, plattenförmige Schnitte herunternehmen und sie unter dem Mikroskop betrachten; wir finden dann, dass ganz allgemein in der Haut drei verschiedene Schichten zu unterscheiden sind. Zu oberst liegt die sogenannte Oberhaut (Epidermis), die zu äusserst aus flachen, schuppenartigen Zellen besteht, deren Körper im Innern keine Flüssigkeit mehr enthält, sondern welche alle Theile des menschlichen Körpers mit einem feinen Hornhäutchen überziehen. Die tieferen Schichten dieser Oberhaut bestehen aus lebenden Zellen, welche ganz verschiedene Ausbildung haben, je tiefer wir von aussen nach innen gehen. Unter dieser Oberhaut bemerken wir dann die sogenannte Lederhaut, an ihrer äussersten Fläche springt sie mit einer grossen Anzahl von Zotten in die Epidermis ein. Die Zotten führen feine Blutgefässnetze, welche die darüber liegenden Schichten ernähren, in ihnen verlaufen die Nervenendigungen u. s. w. Gehen wir noch tiefer, so bemerken wir ein faseriges Gewebe, in welchem meist grössere Fettablagerungen aufzufinden sind; es dient dasselbe zu verschiedenen Zwecken, auf die wir hier nicht näher eingehen können. Der Länge nach wird die Haut an zahllosen Stellen von feinen Röhrchen durchsetzt, welche nach aussen münden und sich im Innern aufknäueln; es sind dies Drüsen, die wir in verschiedenster Ausbildung antreffen, theils als Schweissdrüsen, theils als Talgdrüsen, endlich als Milchdrüsen. In der Haut verlaufen weiter eine grosse Menge von sich fein verzweigenden Blutgefässen, welche die Ernährungsflüssigkeit, den Blutsaft, an die einzelnen Zellen abgeben und die abgenutzten und verbrauchten Substanzen aus den Zellschichten fortleiten. Zu den Blutgefässen gesellen sich noch Lymphgefässe und schliesslich gewahren wir noch Nerven und Muskelelemente innerhalb der Haut. Aus der Epidermis gehen die Haare, die Zähne und Nägel hervor.

Untersuchen wir nun die verschiedenen Zellen dieser einzelnen Theile, so haben wir überall, sowohl in der allgemeinen Anordnung der Zellen als auch innerhalb der einzelnen Zellindividuen, grössere Unterschiede zu constatiren. Die Epidermiszellen sind anders gebaut als die Zellen, welche die Wandungen der Drüsen auskleiden, diese sind anders gebaut als diejenigen, welche wir als Bindegewebe kennen lernen werden, wieder verschieden repräsentiren sich die Mnskel- und Nervenzellen u. s. w. Doch diese kurze Einschaltung

mag genügen, um uns zu zeigen, wie complicirt ein äusserlich verhältnissmässig einheitlich erscheinendes Organ gebaut sein kann. Wir haben gesehen, welch eine Menge von einzelnen Bestandtheilen dazu gehört, um die Functionen eines Organs zu unterstützen und zur vollen Geltung zu bringen, wir haben aber auch schon angedeutet, und es sei hier nochmals scharf hervorgehoben, dass alle Functionen des Körpers an die einzelnen Zellen geknüpft sind, dass diese Zellen die Functionen ausüben und dass es auch innerhalb der verschiedenen Zellkörper eine grosse Reihe von Unterschieden geben muss. Daher wird es auch gut sein, dass wir uns, bevor wir zu einer anatomischen und physiologischen Betrachtung des Menschenkörpers übergehen, darüber klar werden, wie die einzelnen Zellen gebaut sind und wie sie functioniren.

ERSTER ABSCHNITT.

Die Zellen und Gewebe des menschlichen Körpers.

Die Lehre von dem Bau des menschlichen Körpers ist eigentlich erst in den letzten drei Jahrhunderten nach und nach ausgebildet worden, denn die Kenntnisse, welche die Alten vom Körper und von den Functionen der einzelnen Theile desselben hatten, waren selbstredend sehr mangelhafter Natur, sie konnten sich höchstens darauf beschränken, einfach die Organe nach ihrem Aeusseren zu beschreiben und über die Functionen dieser Organe Vermuthungen aufzustellen. Erst seitdem die Chemie und die Physik so weit gediehen waren, dass wir über einige Lebensprocesse weiteren Aufschluss erlangen konnten, und erst nachdem das Mikroskop zur Untersuchung des Körpers und der einzelnen Bestandtheile desselben in Anwendung gebracht wurde, vertiefte sich die Kenntniss vom Bau und Wesen des Körpers mehr und mehr.

Der Erste, welcher es versuchte, die Gewebe des Menschen mit dem Mikroskope weiter zu erforschen, war der holländische Gelehrte Leeuwenhoek, welcher von 1632—1723 lebte und durch seine angestellten mikroskopischen Untersuchungen einen neuen Abschnitt in der Wissenschaft begann. Aber erst im Jahre 1839 gelang es Schwann nachzuweisen, dass der Körper der Thiere und Pflanzen aus Formelementen bestehe, welche in Gestalt kleiner Bläschen auftreten und welche dem entsprechend als Zellen bezeichnet wurden. Durch die Verbesserung des Mikroskops ist nun die Lehre von der Zelle immer weiter ausgedehnt worden; wir haben erfahren, dass wir noch lange, lange nicht die Eigenartigkeit dieser Elemente erforscht haben, sondern dass es noch vieler Arbeit bedarf, ehe wir zu einem gewissen Abschluss gelangt sind, und wir müssen erkennen, dass viele Vorgänge in der Zelle für immer dem Geiste des Menschen unaufgeklärt bleiben werden. Wenn wir uns nun fragen, was ist denn eine Zelle, soweit wir dieselbe heute zu erkennen und zu

erklären vermögen? so ist die Antwort darauf absolut nicht in Gestalt eines kurzen Satzes zu geben, sondern wir werden erst nach der Schilderung verschiedener Zellformen einen gewissen Aufschluss über das Wesen dieser Elementargebilde erhalten. Früher definirte man die Zelle als ein bläschenförmiges Gebilde, umhüllt von einer mehr oder minder festen Haut (*Membran*), erfüllt von einem zähflüssigen Inhalt, dem Zellsaft (*Plasma, Protoplasma*); in diesem Plasma unterschied man dann wieder ein festeres Gebilde von wechselnder Gestalt und Grösse und bezeichnete dasselbe als Kern (*nucleus, punctum saliens*). Da man glaubte, dass die Membran und der Kern die Hauptcharacteristica dieser Formelemente seien, so bezeichnete man die letzteren nach der Ausbildungsweise der Membran als Zellen; heute wissen wir, dass die Membran gar nichts Charakteristisches ist, haben aber doch den Ausdruck Zelle beibehalten.

Es gibt nun eine ganze Reihe von Zellen, welche niemals längere Zeit mit ähnlichen Zellen verbunden sind und welche wir daher als freie Zellen bezeichnen. Die vollkommenste Form der freien Zellen bilden die niedrigsten Organismen, jene Lebewesen, welche wir als Urthierchen und Aufgussthierchen zu bezeichnen pflegen; diese Organismen hat man als einzellig bezeichnet, ihr Körper besteht denn auch in der That aus den gleichen Theilen, wie der Körper einer einfachen Zelle aus einem höheren Organismus. Die Urthierchen zeigen im Innern ihres einfachen Körpers einen Kern, um diesen herum eine zähflüssige Substanz und nach aussen zu in vielen Fällen eine Zellhaut. Wir können hier nicht näher auf den Bau dieser Individuen eingehen, es sei bloss erwähnt, dass die niedrigsten derselben fast den gleichen Bau haben wie die unten zu besprechenden Blutkörper des Menschen und der höheren Thiere.

Im Körper des Menschen gibt es nun auch eine Reihe von freien Zellen, welche unter Umständen ein ziemlich selbstständiges Leben führen können und sich niemals mit gleichen Zellen zu grösseren Geweben verbinden; solche freie Zellen sind die Lymphzellen oder die weissen Blutkörperchen, die Speichelzellen, die reifen Eizellen und in gewisser Weise auch die Samenzellen. Es wird nun am zweckmässigsten sein, wenn wir zunächst diese sogenannten freien Zellen eingehender betrachten und dann erst zur Schilderung der zusammengetretenen Gewebszellen übergehen.

Die Eizelle.

Die typischste aller Zellen ist jedenfalls diejenige, aus der im Laufe der Zeit alle übrigen hervorgehen, man hat dieselbe schon

seit langem als Eizelle (*Ovulum*) bezeichnet. Da sich aus ihr ein jeder Organismus entwickelt, so wollen wir sie auch zum Ausgangspunkt unserer Betrachtungen machen; wie und wo sie sich entwickelt, das werden wir genauer in einem späteren Kapitel sehen, wir werden erfahren, dass sich die Eizellen in dem Eierstocke des Weibes bis zu einer gewissen Grösse heranbilden, dass sie dann den Eierstock verlassen und nun eine mehr selbstständige weitere Entwickelung durchlaufen.

Nehmen wir nun solch eine Eizelle, welche eben aus dem Eierstock ausgestossen ist, und betrachten wir dieselbe unter dem Mikroskop, so bemerken wir an derselben ungefähr die folgenden Structurverhältnisse. Die reife Eizelle oder schlechthin das Ei tritt uns als ein kugelrundes Bläschen von ungefähr $^3/_{10}$ Mm. im Durchmesser entgegen, sein Volumen beträgt also $^1/_{60}$—$^1/_{80}$ Kmm. Betrachten wir nun das Ei bei einer nicht allzustarken Vergrösserung, so gewahren wir, dass ganz zu äusserst eine zarte Haut um das Bläschen entwickelt ist und dem Inhalt desselben die äussere Form und einen gewissen Schutz sichert. Der Inhalt, welcher von dieser Eihaut oder Membran umschlossen wird, erweist sich als eine zähe Flüssigkeit, in welcher eine grosse Menge feiner Körnchen eingelagert sind; diese feinen Körnchen sind aufgespeichertes Nahrungsmaterial und liegen besonders in den mittleren Schichten des Eies, während die direct unter der Eihaut liegenden Eitheile fast gleichmässig ausgebildet sind.

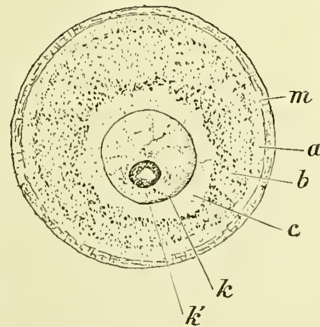


Fig. 1.
Ei aus dem Eierstock eines 18 jährigen Mädchens. *m* Eihaut, *a* äussere Schicht, *b* Dotterschicht, *c* Ernährungsschicht, *k* Keimbläschen, *k'* Keimfleck. 150 fach vergrössert.

Inmitten des Bläschens gewahren wir ein weiteres rundliches, bläschenförmiges Gebilde, welches sich von dem übrigen Eiinhalt scharf abgrenzt und im Innern zum grössten Theil gleichmässig ausgebildet ist, ausserdem aber ein bis mehrere grössere undurchsichtige Körperchen enthält, neben welchen dann noch, in feinen Streifen angeordnet, mehr oder minder zahlreiche Körnchen vorhanden sein können. Dieses innere Bläschen stellt den Kern der Eizelle dar, wird aber, seiner äusseren Gestalt entsprechend, meist als Keimbläschen bezeichnet. Die stark lichtbrechenden Körperchen, welche in ihm eingeschlossen sind, pflegt man mit dem Ausdruck Kernkörperchen oder Keimflecke zu benennen. Dem Keimbläschen

kommt innerhalb der Eizelle eine ganze Reihe von höchst wichtigen Functionen zu, von ihm aus wird die Theilung und Vermehrung der Eizelle eingeleitet und ausserdem scheint das Keimbläschen das Centralorgan für alle weiteren Functionen des Eies zu sein. Der zähflüssige Zellinhalt, welcher zwischen Membran und Keimbläschen ausgeschieden ist, zeigt nicht die einfache Structur, welche man lange Zeit von ihm vorausgesetzt hatte, sondern er ist ziemlich weit differenzirt; es sind verschiedene Functionen der Eizelle an verschiedene Schichten desselben gebunden.

Eine jede Zelle hat mehrere Functionen auszuüben, wenn sie bestehen will, besonders sind es die drei Hauptfunctionen eines jeden Organismus, die der Ernährung, Bewegung und Fortpflanzung, welche wir auch bei einer jeden Zelle, vornehmlich aber bei der Eizelle wiederfinden; eine solche Eizelle stellt uns also einen ziemlich abgeschlossenen Organismus dar, welcher sich entweder, wie dies bei vielen Thieren geschieht, ausserhalb des mütterlichen Körpers weiter entwickelt, oder welcher sich, wie es bei den lebendig gebärenden Thieren und bei dem Menschen der Fall ist, in bestimmten Organen der Mutter anheftet und daselbst zur Weiterentwickelung gelangt.

In dem Fall, wo die Eizelle sich ausserhalb des mütterlichen Organismus weiter entwickeln muss, ist ihr zum Zweck dieser Entwickelung eine grössere Menge Nahrungsmaterial mitgegeben worden, in den Fällen aber, wo die Eizelle innerhalb des mütterlichen Körpers weiter lebt, nimmt sie aus den Geweben desselben ihre Nahrung auf. Für die erste Periode des Lebens ist nun auch der menschlichen Eizelle eine gewisse Quantität Nahrungsmaterial mitgegeben worden, wir finden dasselbe Fig. 1, b in Gestalt jener schon erwähnten feinen Körnchen wieder. In den Eizellen, welche den Körper der Mutter verlassen, ist dies körnige Nahrungsmaterial in grossen Quantitäten eingelagert und wir pflegen es dann als Dotter zu bezeichnen. Entsprechend dieser Bezeichnung hatte man den gesammten flüssigen Zellinhalt mit der Bezeichnung Dotter belegt.

Um nun diesen Dotter zu verdauen, befindet sich innerhalb der Eizelle eine bestimmte Schicht, welche dem Keimbläschen direct umgelagert ist und in der Regel eine ziemlich gleichmässige Ausbildung zeigt. Sie zieht sich als eine nicht sehr breite Plasmamasse um das Keimbläschen herum und setzt sich gegen den übrigen Zellinhalt unter Umständen ziemlich deutlich ab. Ihre Functionen beginnen erst deutlich zu werden, wenn sich die Eizelle zur Entwickelung anschickt, wenn sie sich zu theilen beginnt (s. Fig. 1, c).

Dieser Schicht liegt das Nahrungsmaterial selbstredend an und

es wird dasselbe zum Zweck einer leichteren und besseren Verdauung zu gewissen Zeiten von der Ernährungsschicht in verschiedener Weise durchsetzt. Wenn die Eizelle befruchtet worden ist oder eigentlich correcter gesagt, wenn die äusseren Bedingungen zu ihrem Weiterleben erfüllt sind, so beginnt der Zellinhalt eine Reihe von Veränderungen zu durchlaufen, welche zur Bildung zweier neuer Zellen hinführen, der Zellinhalt theilt oder furcht sich, wie wir es bei der Eizelle zu nennen pflegen. Bei dieser Theilung oder Furchung gehen Veränderungen vor sich, welche jede Zelle durchmacht, sobald sie sich vermehrt. Zunächst theilt sich das Keimbläschen auf eine ziemlich complicirte Weise in zwei neue Bläschen, welche von nun ab als Kerne im engeren Sinne bezeichnet werden. Hat sich der Process dieser Theilung vollzogen und rücken die beiden neugebildeten Theilstücke weiter auseinander, so werden sie nun auch wieder von gleichartigem Zellinhalt umschlossen und dadurch tritt schliesslich auch äusserlich eine Theilung der Eizelle in zwei neue Zellen ein. Diese neuen Zellen werden bei den Eiern als Furchungskugeln bezeichnet. Während der Process der Furchung vor sich geht, wird ein gewisser Theil des Nahrungsmaterials der Zelle aufgebraucht, und damit dies möglichst schnell von statten gehe, durchsetzt das Ernährungsplasma die Nahrungsschicht mit zahlreichen feinen Strahlen, an deren Oberfläche nun der Process der Verdauung beginnt. Gleichzeitig sehen wir nun auch die dritte Erscheinung des Lebens, die der Bewegung, in sehr deutlicher Weise innerhalb der Eizelle auftreten, es finden Strömungen im Zellinhalte statt, der gesammte Zellinhalt bewegt sich innerhalb der Membran, wohingegen äussere Bewegungen, wie wir sie bei den einzelligen Lebewesen und bei den gleich zu besprechenden Lymphzellen finden, nicht auftreten. Bald nachdem die Theilung der Eizelle in zwei Theile erfolgt ist, beginnt ein jeder dieser letzteren sich in ähnlicher Weise von neuem zu theilen, so dass 4 Furchungskugeln entstehen, diese 4 trennen sich dann in 8, diese in 16, 32 u. s. f. Die innerhalb der Membran entstehenden Theilstücke sind sammt und sonders echte Zellen, sie besitzen je einen deutlichen Kern, um diesen herum ein geschichtetes Plasma, jedoch vorläufig keine feste Membran.

Die Samenzelle.

Wesentlich verschieden von der Eizelle sind die männlichen Keimzellen, welche wir als Samenzellen (*Spermatozoen*) bezeichnen, gebaut. Es ist der grösste Theil derselben nur Kernsubstanz, denn bei starken Vergrösserungen gewahrt man an ihnen einen vorderen

sogenannten Kopfabschnitt, welcher aus ziemlich gleichartigem Plasma besteht und aus dem Kern einer grösseren Zelle hervorgegangen ist. Um diesen Kopf liegt eine feine, helle Plasmahülle, welche sich nach hinten zu in einen langen dünnen Faden auszieht, durch dessen Bewegung die Samenzelle vorwärts geschoben wird. Von einer inneren Structur ist bei diesen Gebilden wenig zu bemerken, höchstens gewahrt man im letzten Abschnitt des Kopfes eine leichte Querstreifung und am Vordertheile des Schwanzes eine Verdickung, welche man als Mittelstück bezeichnet hat.[1]) Wie schon erwähnt wurde, wird die Bewegung der gesammten Zelle durch die des Schwanztheils veranlasst; der letztere schwingt fortwährend pendelartig hin und her oder er führt schlängelnde Bewegungen aus, welche den Zweck haben, ein Samenfädchen mit dem Ei in Berührung zu bringen, worauf dasselbe mit dem Kopftheil in das letztere eindringt. Ist dies geschehen, so verschmilzt es mit dem Inhalt der Eizelle, welchen Vorgang wir Befruchtung nennen. Hat diese stattgefunden, so theilt sich die Eizelle sehr energisch in der oben geschilderten Weise.



Fig. 2.
Samenfäden: *a* von der Fläche, *b* von der Seite, *c* ruhend, *d* in Bewegung, *e* nach Wasserzusatz. *a* u. *b* 1200fach vergrössert. *k* Kopf, h Hals, *s* Schwanz; an Fig. *b* ist der Schwanz fortgelassen.

An dieser Stelle sei bemerkt, dass der Zerfall des Eies in die ersten Furchungskugeln auch ohne vorhergegangene Befruchtung stattfindet, jedoch nur bis zu einem gewissen Grade vorschreitet und dann aufhört, während er ruhig weiter verläuft, wenn eine Samenzelle in das Ei eingedrungen war. Die Samenzellen gehen beim Menschen und bei allen höheren Thieren aus geschlossenen Geweben hervor und erst nach eingetretener Reife werden sie zu sogenannten freien Zellen.

Die Blutkörperchen.

Wenn man eine dünne Schicht menschlichen Blutes bei starker Vergrösserung unter dem Mikroskope betrachtet, so gewahrt man,

1) Der Kopf des Samenfadens ist ungefähr $^4/_{1000}$ Mm. lang, $^2/_{1000}$ Mm. breit und $^1/_{1000}$ Mm. dick. Die Länge des Kopfes und Schwanzes beträgt zusammen $^1/_{20}$ Mm.

dass das Blut keine gleichmässig roth gefärbte Flüssigkeit ist, sondern dass es aus einer farblosen Flüssigkeit besteht, dem sogenannten Blutserum, in welcher eine grosse Anzahl kleiner Körperchen suspendirt sind. Diese Körperchen sind nach Gestalt und Farbe in zwei Gruppen zu theilen; die einen derselben sind von oben gesehen kreisrund, scheibenartig und roth gefärbt, es sind die sogenannten rothen Blutkörperchen; die andern sind kugelig oder von ganz verschiedenen Gestalten, farblos und von feinkörniger Structur, sie führen die Bezeichnung weisse Blutkörperchen (Lymphkörperchen, Lymphzellen).

Die rothen Blutkörperchen. Die Gestalt dieser Blutkörperchen ist, wie schon erwähnt wurde, kreisrund, sie sind sehr stark

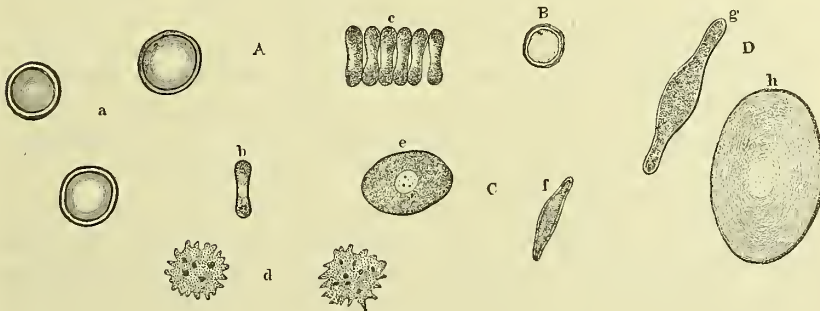


Fig. 3.

Rothe Blutkörperchen: *A* des Menschen; *a* von der Fläche, *b* von der Seite gesehen, *c* geldrollenähnliche Anlagerung, *d* zackige, in der Todtenstarre befindliche. *B* Blutkörperchen des Schafes, *C* des Huhnes, *D* des Frosches. (Krause, Mikrosk. Anatomie.)

abgeflacht, in der Mitte etwas vertieft, sodass sie auf dem Querschnitt ungefähr Bisquitform haben. Der Durchmesser derselben beträgt ungefähr $^7/_{1000}$ Mm., die Dicke am Rande beinahe $^2/_{1000}$ Mm., in der Mitte noch etwas weniger. In jedem Kubikmillimeter Blut sind 5 Millionen solcher Blutkörperchen enthalten.[1])

Die menschlichen Blutkörperchen treten nicht eigentlich in Gestalt von Zellen auf, sondern sie zeigen auch bei stärksten Vergrösserungen keine inneren Differenzirungen, die der Vögel lassen aber schon central deutlich einen Kern (?) erkennen. Die rothe Farbe rührt von einem eigenthümlichen Farbstoff her, dem Blutfarbstoff (Hämaglobin), welcher die Eigenschaft hat, in grossen Mengen Sauer-

---

1) Bei Männern ungefähr 5 Millionen, bei Frauen ungefähr $4^1/_2$ Millionen; die Gesammtoberfläche eines Blutkörperchens beträgt ungefähr $^1/_{10\,000}$ □ Mm.

stoff aufzunehmen und diesen Sauerstoff dann an die Gewebe wieder abzugeben (siehe Kapitel Blut). Lässt man das Blut erkalten oder setzt man demselben Wasser zu, so wird die äussere Umgrenzung der Blutkörperchen stark zackig und endlich zerfallen dieselben in mehrere ungleichartige Theile.

Die weissen Blutkörperchen. Dieselben finden sich zwischen den rothen Blutkörperchen zerstreut vor und treten uns als echte Zellen entgegen; im Innern bemerkt man einen grossen, bläschenförmigen Kern, der sich sehr häufig theilt, sodass zwei bis mehrere Kerne in einer Lymphzelle vorhanden sind. Innerhalb des Kerns oder der Kerne gewahrt man dann noch ein bis mehrere sogenannte Kernkörperchen. Der übrige Inhalt der Lymphzelle ist sehr feinkörnig ausgebildet; oft sind auch neben diesen feinen Körnchen eine geringe Anzahl grössere vorhanden.

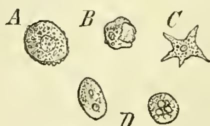


Fig. 4.
Verschiedene Formen von sich bewegenden Lymphkörpern. *A* Ruhezustand, *B* fressendes Lymphkörperchen, *C* sich durch Pseudopodien bewegendes, *D* besondere Formen von Lymphzellen.

Was nun aber die Lymphzellen besonders vor den Eizellen und den rothen Blutkörperchen auszeichnet, ist das Vermögen einer energischen Weiterbewegung. Sie vermögen auf einer Unterlage weiter zu kriechen, und zwar geschieht dies dadurch, dass ein Theil der äusseren Körpersubstanz nach aussen vorgestülpt wird, gewöhnlich in Gestalt von kurzen oder längeren fingerförmigen Fortsätzen, welche als Scheinfüsschen, Pseudopodien, bezeichnet werden. Sind einige solcher Fortsätze nach einer Seite hin ausgestülpt, so zieht sich der übrige Körperinhalt denselben nach; auf diese Weise wandern die weissen Blutkörperchen aus einem Gewebe in das andere. Auf diesem Wege nehmen sie auf ganz mechanische Weise Nahrung ein, sie umfliessen mit ihrem Körper die etwa im Blute vertheilte feine organische Substanz, wie z. B. zerfallene rothe Blutzellen u. s. w. Diese so aufgenommene Nahrung wird im Innern der Lymphzellen verdaut.

Ein grosser Theil der Lymphzellen wandert in das Knochenmark hinein und verwandelt sich daselbst in rothe Blutkörperchen. Die Lymphzellen sind aber auch gleichzeitig die Verschlepper vieler Krankheiten im Körper, indem sie die Keime einer Anzahl von Infectionskrankheiten, z. B. die Bacterien aufnehmen und dieselben an andere Gewebe übertragen. Die Vermehrung der Lymphkörperchen geschieht wie die aller echten Zellen dadurch, dass sich zunächst der Kern theilt und dass daraufhin der gesammte Zellkörper in verschiedene Theile zerfällt.

Die Speichelkörperchen.

Auch in dem hellflüssigen Speichel, welcher sich besonders zur Zeit der Nahrungsaufnahme im Munde des Menschen ausscheidet, kommen freie Zellen vor, welche ihrer äusseren Gestalt nach ungefähr den Lymphzellen ähneln. Sie sind rundlich, aber verhältnissmässig sehr klein und nicht leicht zu beobachten, ihr Inhalt besteht aus einer mehr oder minder grossen Anzahl feiner, glänzender Körnchen, welche so lange, als die Speichelzelle lebt, innerhalb derselben tanzende Bewegungen ausführen, Bewegungen, welche man mit dem Ausdruck Molecularbewegungen bezeichnet hat. Man trifft in ihnen häufig mehrere Kerne an.

Die Zellen der geschlossenen Gewebe.

Durch die ganze Thierreihe hindurch zeigen die gleichartigen Zellen das Bestreben, nach der Theilung im Zusammenhang zu bleiben und die Arbeit, welche vorher von einer Zelle verrichtet wurde, nun auf zwei oder mehrere Zellen zu vertheilen; schon beim Ei können wir constatiren, dass die beiden Furchungskugeln, welche ein Resultat der ersten Theilung sind, nicht dieselben Functionen haben, sondern dass sie sich zu ganz verschiedenartigen Geweben ausbilden. Diese Gewebe zeigen sich nun auch wieder an verschiedenen Stellen des Körpers ganz verschieden gebaut, weil sie verschiedene Functionen übernehmen müssen.

Epithelgewebe. Die Hohlräume innerhalb des Körpers, wie die inneren Wandungen des Verdauungsapparates, dann die verschiedenen Drüsenschläuche u. s. w. werden von einem Zellbelag ausgekleidet, dessen einzelne Zellen unter sich ziemlich gleichartig gebaut sind und in geschlossenen Reihen nebeneinander stehen. Die Functionen, welche diese gleichmässig, entweder tafelförmig, kegelförmig oder cylindrisch geformten Zellen haben, sind ganz verschiedener Art. In vielen Fällen dienen die Epithelzellen zur Ausscheidung der specifischen Drüsensäfte, in andern Fällen scheinen sie mehr Schutzapparate für die darunter liegenden Gewebe zu sein, in noch andern Fällen übernehmen sie die Vermittelung von äusseren Reizen nach dem Nervensysteme; dem entsprechend spricht man vom Drüsenepithel, vom gewöhnlichen Bekleidungsepithel, Pflaster- oder Plattenepithel und vom Sinnesepithel. Die Epithelzellen besitzen sämmtlich einen grossen deutlichen Kern und meist ein vielfach differenzirtes, zum Theil sehr feinkörniges Zellplasma. Die

äussere Fläche, d. h. diejenige, welche in das Innere eines der betreffenden röhrenförmigen Organe hineinragt, wird bei den Epithelzellen häufig von einer festeren Haut bedeckt, welche fein porös ausgebildet ist; durch diese Poren geht der Austritt und Eintritt von Flüssigkeiten vor sich, man bezeichnet die Haut als Cuticularbekleidung. Bei andern Epithelzellen ist eine solche Aussenfläche mit mehreren feinen oder stäbchenförmigen Haaren besetzt, welche hin und her schwingen und dem entsprechend als sogenannte Flimmerhaare bekannt sind; nach ihnen führt das ganze Epithel die Bezeichnung Flimmerepithel. Man findet dasselbe z. B. in den Athmungswegen als Auskleidung der Luftröhre.

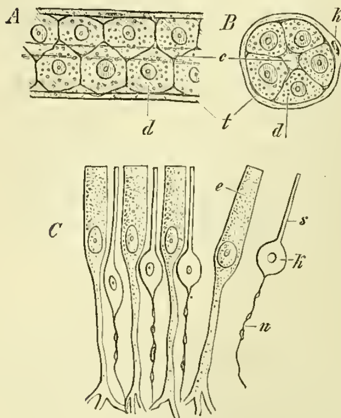


Fig. 5.

A Stück einer einfachen schlauchförmigen Drüse in Seitenansicht; *B* Querschnitt durch eine solche einfache Drüse; *d* Drüsenzellen; *c* Kanal der Harngefässe; *t* Peritonealhülle; *k* Kern der letzteren. *C* Nervenepithel der Nasenschleimhaut. *e* Cylinderzellen; *s* Stäbchen der Stäbchenzellen; *k* Zellkörper mit Kern; *n* Nervenendigung.

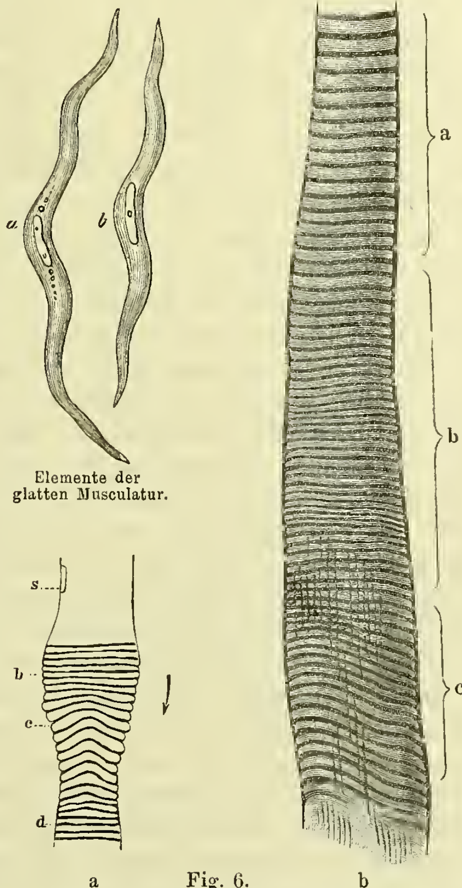
In den Sinnesorganen, so im Auge, im Ohr und in der Nasenschleimhaut, ist das Epithel eigenthümlich modificirt worden, die äussere Hälfte desselben zeigt sich zu mehr oder minder langen Stäbchen ausgezogen, auf diese Stäbchen wird der Reiz übertragen, dann der Epithelzelle, darauf durch diese den Nerven übermittelt. Von der Fläche gesehen erscheinen die Epithelien meist als vielkantige, eng aneinander gelagerte Zellen, oft haben auch ihre äusseren Ränder eine rippenförmige oder stachelige Ausbildung.

Das Innere des Herzens und der Gefässe, sowie die inneren Wandungen der Brust- und Leibeshöhle werden ebenfalls von Schichten gleichartiger Zellen überkleidet, welche jedoch, da sie nicht den gleichen Ursprung wie die Epithelien haben, die Bezeichnung Endothelien führen. Diese Zellen sind platt und von unregelmässiger, häufig zackiger Umgrenzung.

Das Muskelgewebe. Alle die sogenannten rothen Fleischtheile des Körpers, welche wir als Muskeln zu bezeichnen pflegen, werden aus Zellen gebildet, welche eine langgestreckte, cylindrische Form besitzen und das Vermögen haben, sich willkürlich oder unwillkürlich zu verkürzen und zu verlängern. Auf dieser Verkürzung oder Verlängerung der sogenannten Muskelzellen beruht die Thätigkeit der Musculatur in unserem Körper. Da sich die Zellen eines

bestimmten Muskels sämmtlich zu gleicher Zeit zusammenziehen, so wird dadurch natürlich der ganze Muskel verkürzt werden. Wirkt der Muskel nun, wie z. B. beim Arm, an einem Hebelapparat, der in diesem Falle durch den oberen und den unteren Armknochen hergestellt wird, so tritt eine Beugung oder Streckung des Armes ein.

Man hat zweierlei Arten des Muskelgewebes zu unterscheiden, die glatten Muskelfasern und die quergestreiften. Die ersteren finden sich im Darm und in den Blutgefässwandungen, in der Haut, im Auge, der Lunge, den Drüsenkanälen u. s. w. Sie bestehen aus langgestreckten, einfach spindelförmigen oder platten Zellen, der Kern ist gross und ebenfalls gestreckt, der übrige Plasmainhalt lässt keine bemerkenswerthe Differenzirung erkennen, häufig zeigt er eine Längsstreifung, in einzelnen Fällen auch eine schwache Querstreifung. Die Zusammenziehung dieser Muskelfasern geschieht natürlich in der Richtung ihrer längsten Achse, sie werden in der Regel nicht durch den Willen des Menschen zur Contraction veranlasst.



Elemente der glatten Musculatur.

Fig. 6.
Quergestreifte Muskelfaser; stark vergrössert. (Aus Krause.)

Die quergestreiften Muskelfasern stellen sich als lange, fadenförmige Gebilde dar und unterscheiden sich in ihrem Bau wesentlich von den glatten Muskelfasern; äusserlich werden sie von einer festen Zellhaut umgeben, unter welcher eine Anzahl von Kernen liegt. Man hat die Membran als Sarkolem bezeichnet und die unter ihr

liegenden Kerne als Sarkolemkerne. Sehr interessant ist nun der Inhalt dieser langgestreckten Muskelfasern beschaffen. Schon bei schwachen Vergrösserungen bemerkt man, dass derselbe in aufeinanderfolgende Querschichten zerlegt ist. Diese Schichtung kommt dadurch zu Stande, dass sich der Inhalt der Muskelfaser in zwei das Licht ganz verschieden brechende Substanzen trennt. Dadurch erscheint je ein heller Streifen von gleich breiten oder breiteren dunklen Streifen umgeben. Diese Streifung nimmt ein verschiedenes Aussehen an, wenn der Muskel in verschiedene Reagentien, Säuren z. B., gelegt wird. Es ist sehr wahrscheinlich, dass durch Veränderungen der Breite und Dicke dieser Querscheiben die Verlängerung oder Verkürzung der gesammten Muskelfaser erzeugt wird. Soll nun eine solche Faser sich contrahiren oder strecken, so ist dazu der Einfluss eines Nerven nöthig, das heisst, streng genommen ist es das Centralnervensystem, das Gehirn und Rückenmark, von dem aus die Bewegungen der Muskeln veranlasst und geregelt werden. Vom Gehirn oder vom Rückenmark gehen grössere Nerven ab, welche sich immer mehr verzweigen und schliesslich mit ganz feinen Fäserchen an die verschiedenen Muskelzellen herantreten. Ausserdem wird die Arbeit der Muskeln noch durch ein eigenthümliches Gewebe unterstützt, welches zwischen den einzelnen Muskelbündeln liegt, das sich von den Muskeln an die Ansatzstellen derselben anheftet und die Verbindung zwischen Muskelfaser und dem Skelet z. B. bewirkt; es ist dies das sogenannte Bindegewebe, das sich überall dort findet, wo eine gewisse Elasticität vorhanden sein muss; es besteht dasselbe auch aus einzelnen Zellen, welche, wie wir noch sehen werden, eine Zwischensubstanz ausgeschieden haben.

Das Nervengewebe. Wie eben schon angedeutet wurde, gehen vom Gehirn und Rückenmark die Nervenfasern in sich immer mehr vertheilenden Zügen aus und treten schliesslich mit ganz feinen Fäserchen an die verschiedenen Zellen anderer Gewebe heran. Diese feinen Fäserchen hat man als Nervenfäserchen oder Nervenfibrillen bezeichnet. Die Fibrillen dienen zur Fortleitung von Reizen nach dem Centralnervensystem hin und übermitteln zweitens den Wunsch der Nervenzellen, wenn wir so sagen dürfen, an die verschiedenen Gewebe; wir werden später bei Besprechung des Nervensystems eingehender auf diese Verhältnisse zurückzukommen haben. Die Nerven und Nervenfasern sind keine eigentlichen Zellen mehr, sondern sie sind durch Verschmelzung von Zellen entstanden. Neben den Fasern gibt es aber innerhalb des Nervensystems und besonders in den Centralorganen desselben, im Gehirn und Rückenmark, noch

eine grosse Anzahl von Zellen, in welche die Fäserchen überzutreten scheinen und die wir als eigentliche Nervenzellen (Ganglienzellen) bezeichnen. Wenn wir uns also nun ein Bild von dem Nervensystem machen wollen, so haben wir zwischen diesen Ganglienzellen und den Nervenfasern zu unterscheiden.

Die Ganglienzellen. Diese eigentlichen Nervenzellen sind hauptsächlich innerhalb gewisser Schichten des Gehirns und Rückenmarkes anzutreffen, so z. B. dort, wo sich im Verlaufe eines Nerven Anschwellungen finden, welche wir als Nervenknoten oder Ganglien bezeichnen. Diese Zellen sind in ihrem eigentlichen Körper von rundlicher Gestalt, central liegt ein grosser Kern mit einem oder mehreren Kernkörperchen, von der Aussenfläche der Zelle gehen zwei bis viele Fortsätze ab, welche sich in die Nervenfasern hineinerstrecken; einer dieser Fortsätze ist durch seine Form charakterisirt, indem er von einer stärkeren Hülle umgeben wird, er führt die Bezeichnung Achsencylinderfortsatz. Geht von einer Nervenzelle eine grössere Anzahl solcher Fortsätze aus, so bezeichnet man sie als multipolar, gehen bloss zwei Fortsätze nach aussen, so heisst sie bipolar, ist nur einer vorhanden, so haben wir eine unipolare Ganglienzelle, fehlen die Fortsätze, so bezeichnen wir die Zelle als apolar.

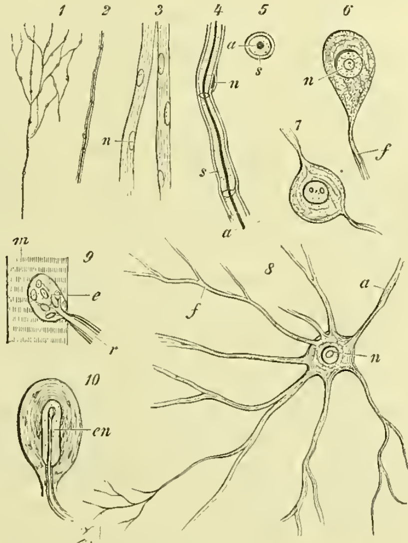


Fig. 7.
Verschiedene Formen des Nervengewebes. 1 marklose Nervenfibrillen, sogenannte Primitivfibrillen; 2 markhaltige Nervenfibrille; 3 Nervenfasern, n Neurilemkerne; 4 markhaltige Nervenfaser; 5 dieselbe im Querschnitt; *a* Achsencylinder, *s* Neurilem, *k* Kern desselben; 6 unipolare, 7 bipolare, 8 multipolare Ganglienzelle; *n* Kern, *f* Nervenfortsatz, *a* Achsencylinderfortsatz; 9 Nervenendigung auf einem Muskelfortsatz *m*; *e* Endplatte, *n* Kern; 10 ein Vater'sches Körperchen, *en* Nervenendigung in demselben.

Die Nervenfasern bestehen aus lauter feinen nebeneinander liegenden Fäserchen, den sogenannten Nervenfibrillen. Man unterscheidet bei denselben markhaltige und markfreie Fibrillen; die ersteren zeigen um sich herum eine Scheide ausgebildet; auf dem Querschnitt sehen wir dann in einer solchen Fibrille eine dichte Plasmamasse, den sogenannten Achsencylinder, um diesen herum liegt eine helle Zone, die Markscheide, und ganz zu äusserst eine Hülle, die

sogenannte Schwann'sche Scheide oder das Neurilem. In dieser letztgenannten Scheide liegen platte, ovale, langgestreckte Kerne. Die Nervenfasern treten sämmtlich von bestimmten Abschnitten des Gehirns und Rückenmarks aus und gehen schliesslich an die verschiedenen Zellen, Muskelzellen, Sinneszellen u. s. w. über, um die Functionen derselben einzuleiten.

Wie die Nervenzellen zum Theil zu den mehr oder minder langen Nervenfasern verschmelzen, so verschmelzen auch häufig andere Zellen des Körpers miteinander zu grösseren zusammenhängenden Theilen, z. B. die Zellen der Capillargefässwandungen, das heisst, jener Blutgefässe, welche nur einen sehr geringen Durchmesser haben und als feines, weit verzweigtes Netz die einzelnen Organe durchsetzen; in dem Körper niederer Thiere finden wir solche verschmelzende Zellen ziemlich häufig.

Es gibt nun eine ganze Reihe von Zellen im Körper, welche nicht mit ihren Membranen direct aneinander gelagert sind, sondern welche zwischen sich eine geringere oder grössere Menge indifferenter Substanz abgeschieden haben, die sich schliesslich derartig vergrössern kann, dass sie dem Volumen nach die bedeutendste Rolle im Gewebe spielt. Es erscheinen dann in dieser sogenannten Zwischensubstanz (Intercellularsubstanz) die eigentlich lebenden Zellen nur eingelagert.

Man hat drei verschiedene derartige Gewebsarten unterschieden, die eigentlichen Bindegewebe, die Knorpelgewebe und das Knochengewebe.

Das Bindegewebe haben wir oben schon erwähnt, es findet sich überall dort, wo in den Organen hohe Spannungen ausgehalten werden müssen, oder wo ein Organ eine grosse Elasticität besitzen muss, wir finden es daher in den sogenannten Sehnen, in der Lungenwandung als hauptsächlichsten Gewebstheil, ausserdem ist es aber auch durch alle Körpergewebe und Organe zerstreut. Betrachten wir ein Bindegewebselement einzeln, so sehen wir, dass vielfach grosse, eckige oder längliche Zellen vorhanden sind, oft sind dieselben auch weit verästelt. Im Umkreis der Zellen hat sich nun eine faserige Substanz ausgeschieden, welche in verschiedenen Organen verschieden mächtig ist.

Die Fasern oder Fibrillen dieser Zwischensubstanz zeigen sich vielfach in regelmässigen Bändern oder Netzen angeordnet; da nun in diesen Bändern oft die gesammte Substanz der einzelnen Bindegewebszellen in Intercellularsubstanz übergeht, so bleibt von den Zellen schliesslich nichts weiter übrig als der Kern.

Wenn man die Fasern für sich allein untersucht, so gewahrt man, dass dieselben entweder spiralig und vielfach gewunden oder aber netzförmig untereinander verbunden sind. Diese der Masse nach überwiegenden Fasern sind denn auch diejenigen Theile des Bindegewebes, denen im hohen Grade Festigkeit und Elasticität zukommt, ausserdem sind sie gegen Reagentien sehr unempfindlich, man kann sie mit verdünnten Säuren, Kalkwasser oder Kalilauge längere Zeit kochen, ohne dass sie wesentliche Veränderungen erfahren. Sie sind auch diejenigen Bestandtheile, welche vom Fleisch als unverdaulich zurückbleiben.

Der Knorpel und der Knochen sind die starrsten Gewebe im Körper des Menschen; ihre Elasticität reicht bloss bis zu einem gewissen Grade, sie sind jedoch zäh und fest und dienen deshalb entweder als schützende Umhüllung für empfindliche, edlere Theile des Körpers oder sie geben die starren Punkte ab, an denen sich die Muskeln hauptsächlich ansetzen, endlich dienen sie, wie die Knochen der Arme, Beine u. s. w., zur Unterstützung der Bewegung unserer Gliedmassen.

Das Knorpelgewebe. Dasselbe setzt sich aus rundlichen Zellen zusammen, welche in verhältnissmässig grossen Abständen voneinander liegen. Um diese Zellen herum wird zunächst eine festere Zellmembran abgeschieden und dieser lagert sich dann die Zwischensubstanz an. Ist die Zwischensubstanz gleichmässig ausgebildet und besitzt sie ein bläulichweisses, durchscheinendes Aussehen, so bezeichnet man den Knorpel als hyalinen Knorpel; derselbe findet sich z. B. an den Gelenken, an den Rippen u. s. w. Ist die Zwischensubstanz undurchsichtig und besteht sie aus zahlreichen verfilzten Fasern, so bezeichnet man den Knorpel als elastischen oder netzförmigen; die Knorpelzellen sind hier, ebenso wie im vorhergehenden Falle, oft zu mehreren nebeneinander gelagert und werden dann von einer gemeinsamen Kapsel, der Knorpelkapsel, umgeben. Elastischen Knorpel finden wir z. B. in der Ohrmuschel. Eine dritte Knorpelart ist diejenige, bei welcher in der Zwischensubstanz Bindegewebsfasern eingelagert sind, man bezeichnet dieselbe daher als Bindegewebs- oder Faserknorpel.

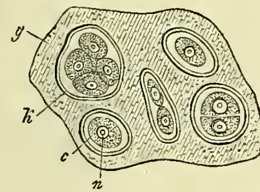


Fig. 8.
Hyaliner Knorpel. *g* Knorpelsubstanz, *k* Kapsel der Knorpelzelle, *c* Knorpel mit Kern *n*.

Das Knochengewebe. Dasselbe ist das festeste Gewebe des gesammten Körpers, in ihm ist nicht allein zwischen den einzelnen

Zellen eine organische Grundsubstanz ausgeschieden, sondern es erhält diese Grundsubstanz auch dadurch noch eine grössere Festigkeit, dass in ihr unorganische Substanzen zur Ausscheidung gelangt sind; es haben sich Kalksalze (sogenannter phosphorsaurer und kohlen-

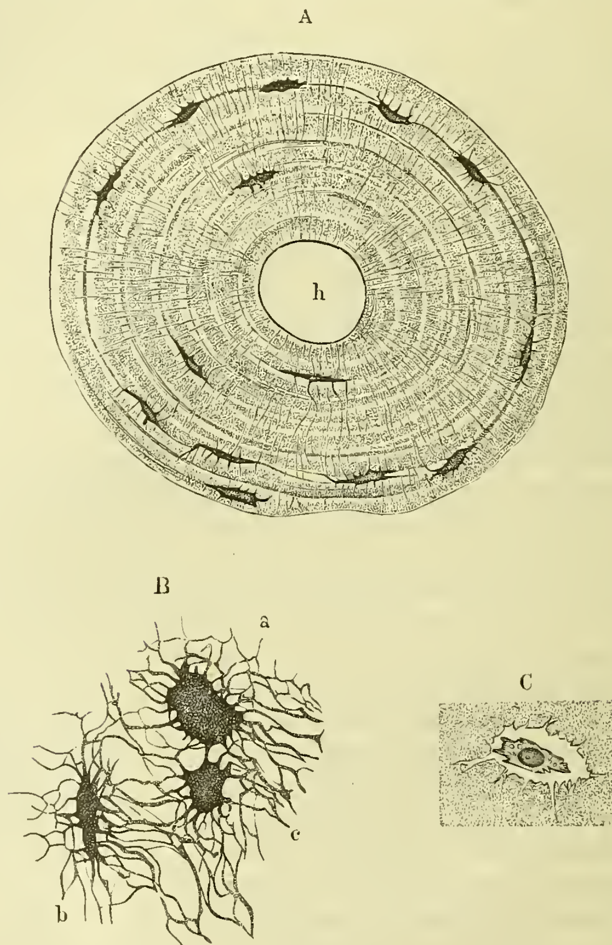


Fig. 9.

A und *B* aus einem Querschliff eines trockenen Röhrenknochens. *h* Gefässkanälchen auf dem Querschnitt von concentrischen Lamellen mit Knochenkörperchen umgeben. V. 500. *B* drei Knochenkörperchen nebst ihren Ausläufern, *a* von der Fläche, *b* von der Längskante, *c* schräg gesehen. V. 1000. *C* Knochenzelle durch Carmin gefärbt nebst Kern in einem Knochenkörperchen liegend nach Einlegen in Müller'sche Flüssigkeit. V. 1000. (Krause, Anatomie.)

saurer Kalk) aus dem Körper in den gleich zu besprechenden Zellen angesammelt, natürlich nur in gelöster Form; von diesen Zellen sind sie dann als feste Masse in der Zell-Zwischensubstanz abgeschieden

worden. Die Knochen zeigen sich, wenn man sie mikroskopisch untersucht, nicht vollkommen gleichmässig ausgebildet, sondern sie weisen eine ziemlich complicirte Structur auf. Das eigentliche Knochengewebe besteht aus nebeneinander gelagerten länglichen und an den Seiten stark verästelten Zellen, diese Zellen stehen untereinander in Verbindung und zwar eben durch die von ihnen ausgehenden zweigartigen Ausläufer; im Innern der Zellen liegt auch wieder ein grosser länglicher Kern und um denselben herum ein körniges Plasma. Damit nun die Zellen auch genügende Nahrung bekommen, werden die Knochen nach den verschiedenen Richtungen hin von feinen Saftkanälchen durchsetzt, in denen dann die Blutflüssigkeit circulirt. Um die Zellen herum werden die Kalksalze abgelagert, nachdem sich zuvor eine knorpelartige Grundsubstanz ausgeschieden hat, welche als Knochenknorpel bezeichnet wird. Bei vollständig entwickelten Knochen kann man diese Salze durch verschiedene Säuren ausziehen und es bleibt dann die weiche Grundsubstanz zurück, welche beim Kochen Leim gibt.

Das Kanalsystem, welches durch die Knochen hindurchgeht, führt schliesslich in das Innere des Knochens, woselbst die sogenannten Markräume vorhanden sind; die Kanälchen in den Knochen bezeichnet man als Havers'sche Kanäle, die Knochenbildungszellen als Osteoblasten.

Ein eigenthümliches Gewebe ist das **Pigmentgewebe.** Es besteht dasselbe aus Zellen, welche entweder äusserlich eine unregelmässig verästelte oder eine regelmässig eckige Gestalt besitzen; der Inhalt dieser Zellen ist dadurch ausgezeichnet, dass sich in einzelnen Schichten desselben farbige Körner abgelagert haben, welche natürlich der ganzen Zelle ein farbiges Aussehen geben; beim Menschen finden sich solche Pigmentzellen hauptsächlich im Auge vor, wo sie der lichtempfindenden Schicht eingelagert sind, sonst findet man sie unregelmässig in der Haut vertheilt.

Diese eben besprochenen Gewebe treten nun zu mehreren zusammen und bilden ein Organ; es wird die Function eines solchen Organs durch die Functionen des Hauptgewebes in demselben bestimmt; in den Bewegungsorganen werden wir also als hauptsächlichstes Gewebe Muskelzellen und Nervenfasern antreffen, daneben wird sich als Hülfsgewebe das Bindegewebe und zur Stütze Knochen- und Knorpelgewebe ausbilden. In den Sinnesorganen sind es die Sinnesepithelien, denen die Hauptarbeit zufällt, während alle um sie

herumliegenden Gewebe nur die Function besitzen, die ersteren zu unterstützen.

Man versteht die Organe des Menschen erst vollkommen, wenn man ihre Entwickelung aus einigen wenigen Zellen oder Zellschichten verfolgt und wenn man sie mit den einfacher gebauten Organen der verschiedenen Thiere vergleicht.

Die verschiedenen Organe übernehmen je eine Hauptfunction des Körpers, einige sind für denselben von solcher Wichtigkeit, dass Zerstörung derselben sofort den Tod bedingt, wie das z. B. bei dem Gehirn und Rückenmark, bei Herz und Lunge der Fall ist; andere Organe sind weniger wichtig für den Körper, das heisst, sie ertragen Störungen und schädliche Einflüsse besser, können aber doch niemals aus dem Körper entfernt werden, ohne Functionsstörungen in demselben zu veranlassen.

Man hat nun zweierlei Organgruppen im Menschen, sowie in den höheren Thieren unterschieden, die vegetativen und die animalen Organe. Unter vegetativen Organen versteht man solche, welche sich auch, in allerdings anderer Weise, bei den Pflanzen vorfinden, es sind die Verdauungsorgane, die Athmungsorgane, das Gefässsystem und die Fortpflanzungsorgane, der Geschlechtsapparat; sie sind für das Fortbestehen des Körpers durchaus nothwendig, denn sie dienen zur Unterhaltung der hauptsächlichsten Lebensfunctionen, der Fortfall eines derselben mit Ausnahme des Geschlechtsapparates hat direct den Tod des Individuums zur Folge. Die animalen Organe sind solche, welche nur dem Menschen und dem Thiere zukommen, wenigstens in einer derartig hoch entwickelten Form, wie sie uns bei denselben bekannt sind; wir zählen zu denselben das Skelett und Muskelsystem, den Nervenapparat und die verschiedenen Sinnesorgane.

Alle Organe haben die Fähigkeit, sich aneinander anzupassen und sich den Functionen, welche sie auszuüben haben, entsprechend zu verändern; es entscheidet hierbei der Gebrauch oder Nichtgebrauch eines Organs, und ist es einem Jeden leicht möglich, über die Richtigkeit dieser Behauptung Beispiele zu sammeln. Es ist hinlänglich allgemein bekannt, dass die Musculatur erschlafft, wenn sie nicht gehörig gebraucht wird, dass sie sich aber weiter entwickelt und mächtige Dimensionen annehmen kann, wenn sie vom Körper in der nöthigen Weise in Anspruch genommen wird. Wer das Auge fortwährend zum Sehen in der Nähe gebraucht, wird sehr schnell kurzsichtig, wer gezwungen ist, es nur auf weit entfernte Gegenstände einzustellen, wird weitsichtig und erst der Wechsel zwischen nah

und fern bewirkt die Ausbildung eines normalen Sehorgans. Mit Leichtigkeit könnten wir für alle übrigen Organe Beispiele anführen.

Bei einem jeden Lebewesen gewahren wir, dass es sich zunächst ernährt, das heisst, dass es feste oder flüssige Nahrung, Wasser und Athemluft aufnimmt. Ist dies geschehen, so werden die genannten Stoffe im Körper verarbeitet, es tritt dann das Wachsthum des Individuums ein, welches bis zu einer gewissen Grenze fortdauert, dann wird jeder Ueberschuss, der dem Körper an Nahrung zugeführt wird, dazu verwandt, neue Individuen zu bilden oder Geschlechtsstoffe (Ei und Samen) zu produciren. Die ersten Organe, welche wir bei den Thieren angelegt finden, sind die der Verdauung, Athmung und Fortpflanzung, daher wollen wir auch bei unsern Betrachtungen dieselben in dieser logischen Reihenfolge nacheinander besprechen.

ZWEITER ABSCHNITT.

Die Organe des Körpers, ihr innerer Bau und ihre physiologischen Functionen.

Allgemeines über den Körper des Menschen.

Wenn wir den Körper des Menschen in seiner Gesammtheit betrachten, so finden wir, dass sich derselbe in verschiedene Hauptabschnitte oder Regionen zerlegen lässt und dass sich ein jeder dieser Abschnitte vor dem neben- und umliegenden durch ein Hauptcharacteristicum unterscheidet. Ganz allgemein trennen wir den Körper des Menschen in seine Hauptmasse, welche wir als Rumpf bezeichnen, in den diesem Rumpf nach oben ansitzenden Hals und Kopftheil und in die zu Seiten des Rumpfes angebrachten Gliedmassen oder Extremitäten.

An dem Kopfe unterscheiden wir wieder verschiedene Flächen. Dem obersten Theile desselben geben wir die Bezeichnung Scheitel, nach vorn setzt sich an denselben die Stirn an, unter der sich das Gesicht befindet. Den untersten vorspringenden Theil des Gesichts bezeichnen wir als Kinn, die seitlichen unteren Partien als Backen oder Wangen, die neben der Stirn gelegenen Theile als Schläfen. An den Scheitel setzt sich nach hinten und unten zu das Hinterhaupt an, welches mit dem Nacken in den Hals übergeht. Die über den Augen befindlichen Partien, welche durch Haarwuchs ausgezeichnet sind, nennen wir Augenbrauen, die übrigen Bezeichnungen werden wir im Laufe der folgenden Auseinandersetzungen mitzutheilen haben.

An dem Halse unterscheiden wir vorn die Kehle, hinten den Genicktheil, unten setzt sich der Hals an den Rumpf an, vorn liegt die Halsgrube, rechts und links verläuft die Halsmusculatur in die Schultern, welche den obersten Theil des Rumpfes bilden.

Den hinteren Abschnitt des Rumpfes bezeichnen wir als Rücken. Der obere Schulterblatttheil des Rückens heisst Buckel, der tiefer liegende Kreuz, der unterste Theil des Rückens geht in das Gesäss,

den Steiss (Podex) über. Die Seitentheile des Rumpfes bezeichnet man als Achselgruben unter den Armen, als Weichen in der Höhe des Nabels, als Hüften an der Beckenregion.

Vorn liegt oben die Brustregion, unter dieser die Magenregion, zwischen beiden die Herzgrube, seitlich die Unterrippengegenden, welche sich nach unten zu in die Hüftgegend (Weichen) erstrecken. Die untere Vorderpartie des Rumpfes bezeichnen wir als Bauch. An demselben bezeichnen wir das obere Mittelstück als Nabelgegend, rechts und links, an den Seiten, liegen die Darmgegenden; von den Hüftkämmen quer nach vorn und unten erstreckt sich die Unterbauchgegend, die zwischen den Schenkeln in die Schamgegend ausläuft; seitlich nach oben von letztgenannter zieht sich jederseits die Leistengegend hin.

Unter der Schamgegend liegen die Geschlechtsorgane, am Ende des Steisses der After, zwischen Geschlechtsorgan und After befindet sich der Damm.

An den Rumpf setzen sich oben und seitlich die oberen Extremitäten, die Arme, an. Die Ecken, welche an den Ansatzbuchten derselben entstehen, bezeichnen wir als Schulterecken. Den Arm selbst theilt man ein in Oberarm, Unterarm und Handtheil. Die bei der Beugung des Ober- und Unterarms gebildete einspringende Fläche bezeichnen wir als Beugeseite, die nach aussen liegende Fläche des Armes als Streckseite, die vorspringende Ecke als Ellenbogen. Die Innenfläche der Hand nennt man Handteller, die Aussen- oder obere Fläche derselben aber Handrücken; dort, wo sich die Finger an die Mittelhand ansetzen, springen nach aussen die sogenannten Knöchel vor.

Die unteren Extremitäten gehen von den Hüften nach vorn zu in der Schamgegend zusammen, den oberen Theil bezeichnet man als Oberschenkel; an den Oberschenkel setzt sich der Knietheil an und an diesen der Unterschenkel, dessen vordere Fläche man als Schienbein, dessen hintere Partie man als Wade bezeichnet. An den Unterschenkel setzt sich der Fuss an, oben auf dem Fusse haben wir die Frist, unten die Fusssohle, rechts und links treten die Knöchel vor, vorn sehen wir die den Fingern gleichwerthigen Zehen, welche oben, ebenso wie die Finger, mit Nägeln bewachsen sind.

Die Höhe des gesammten Körpers und die verschiedenen Umfangsmasse und Dimensionen wechseln natürlich sehr. Wir müssen uns darauf beschränken, bloss einige Durchschnittsmasse derselben anzugeben, wie dieselben aus Messungen an Tausenden von Körpern und Leichen festgesetzt worden sind. Dabei müssen wir stets wohl

bedenken, dass der männliche Körper in seinem allgemeinen Bau vielfach von dem weiblichen abweicht und dass die Dimensionen des Körpers für beide Geschlechter verschieden sein müssen. Schon auf den ersten Blick gewahrt man, dass der Kopf des Mannes bedeutend grösser und massiger entwickelt ist als der des Weibes, dass der Brusttheil beim Manne, was den Durchmesser des Brustkörpers selbst anlangt, allerdings stärker gebildet ist als der des Weibes, dass aber der Umfang im Verhältnisse bei dem letzteren grösser ist als beim Manne. Ebenso ist das Becken und die Hüftengegend beim Weibe grösser und weiter entwickelt als beim Manne, wohingegen der letztere im Allgemeinen eine stärkere Musculatur aufweist als das Weib, bei dem das Unterhautfettgewebe kräftiger entwickelt ist, wodurch die weichen Formen des Körpers entstehen und der Uebergang der einzelnen Regionen ineinander weniger scharf markirt wird. Beim Manne ist das Unterhautfettgewebe allerdings auch entwickelt, jedoch nur in verhältnissmässig seltenen Fällen so kräftig, dass die Musculatur durch dasselbe in gleicher Weise verdeckt wird, wie dies beim Weibe der Fall ist.

Im Allgemeinen lässt sich der Körper des Menschen durch eine Schnittfläche, welche senkrecht auf der Vorderseite des Körpers steht und durch die Mittellinie hindurchgeführt ist, in zwei seitlich symmetrische Hälften zerlegen. Wir haben dann rechts und links äusserlich je dieselben Organe, so die Augen und Ohren, die Nasenöffnungen, die Brüste und die Extremitäten. Bei den inneren Organen ist allerdings dieser symmetrische Bau weniger zu bemerken, nur das Gehirn und Rückenmark, der Athmungsapparat zum Theil, der Harn- und Geschlechtsapparat legen sich symmetrisch gegen die Hauptebene des Körpers an, alle übrigen Organe liegen entweder mit ihrer Hauptmasse nach einer Seite hin oder sie sind, falls sie paarig vorhanden sind, auf den beiden Seiten ungleich entwickelt. Unpaar ist vor allen Dingen der Verdauungsapparat mit seinen Anhängen; wir finden, dass derselbe beim Erwachsenen vollständig unsymmetrisch im Körper eingelagert ist. Die erste Anlage des Verdauungsapparates, wie wir dieselbe beim Embryo finden, ist ebenfalls symmetrisch gegen die Hauptachse des Körpers. Von inneren Organen ist streng symmetrisch auch das Skelett und die mit demselben in Verbindung stehende Musculatur ausgebildet. Bei der letzteren treten aber später durch den erhöhten Gebrauch Verstärkungen auf der rechten Seite ein, sodass wir für einzelne Muskelpartien, besonders für die Extremitätenmuskeln, Unterschiede in der Quantität auf beiden Seiten nachzuweisen vermögen.

Wenn wir nun die verschiedenen Dimensionen des Körpers folgen lassen, so haben wir dabei zu bemerken, dass als Länge des Körpers und seiner Organe meist die Richtung von oben nach unten massgebend ist. Unter Breite verstehen wir die Richtung von rechts nach links, unter Dicke die von vorn nach hinten. Bei verschiedenen inneren Organen ist allerdings diese Massangabe nicht ganz zutreffend und wir bezeichnen dann im Allgemeinen die längste Achse des betreffenden Organs als Längenachse, die zweitlängste als Breitenachse und die kürzeste als Dicke. Im Durchschnitt beträgt die Höhe oder Länge des ganzen Körpers, also von der Fusssohle bis zum Scheitel, beim Manne 173, beim Weibe 162 Cm. Die Höhe des Vorderkopfes ist beim Manne 22, beim Weibe 20 Cm., der Durchmesser des Schädels, von der Stirn zum Hinterhaupt gemessen, beträgt in einem Falle 14, im andern 13 Cm.[1]), der horizontale Umfang desselben beträgt 61 und 57 Cm. Die Höhe des Halses ist ungefähr 11 und 10 Cm., der Umfang desselben 34 und 32 Cm. Die Breite der Brust zwischen den Schulterecken ist 42 und 35 Cm. Der Umfang der Brust beträgt in der Rippengegend 84 und 79, in der Brustwarzen- und Schulterblattgegend 87 und 92 Cm. Der Umfang des Bauches in der Höhe der Hüftbeinkämme verhält sich wie 81 zu 84 Cm. Die Längen- und Dickendimensionen der Extremitäten schwanken dem entsprechend beim Manne und beim Weibe immer um gewisse Zahlen, so zwar, dass die Längen- und Dickenverhältnisse beim Manne stets die grösseren sind als beim Weibe. Nur der Umfang um die Oberschenkelköpfe ist beim Weibe der grössere, er beträgt beim Manne 92, beim Weibe 97 Cm. Die Oberfläche des gesammten Körpers beträgt im Durchschnitt 1 ½ Quadratmeter. Das Gewicht des männlichen Körpers beläuft sich bei einer Höhe von 170—173 Cm. auf 64 Kgrm., das für den weiblichen Körper bei einer Höhe von 160—162 Cm. auf 52 Kgrm. Im Allgemeinen rechnet man nun, dass bei einer Zunahme der Körperhöhe um 3 Cm. eine Gewichtszunahme von 1 Kgrm. stattfinden soll, sodass also ein verhältnissmässig langer Körper dasselbe Gewicht haben kann, ohne unproportionirt zu sein, welches einem kleinen Menschen schon den Charakter der Fettleibigkeit verleihen würde. Es liegen die Gewichte für normal entwickelte männliche Körper ungefähr zwischen 45 und 85 Kgrm., bei weiblichen zwischen 40 und 75 Kgrm.

Bei dem Längenwachsthum des Körpers sind es vornehmlich die

---

1) Die erste Zahl in den folgenden Massangaben bezieht sich auf die Theile des männlichen, die zweite auf die des weiblichen Körpers.

Beine, welche durch ihre Längenentfaltung eine beträchtlichere Höhe des Körpers erzeugen.

Das spezifische Gewicht des lebenden Körpers schwankt sehr, je nach dem Fettgehalte, welcher dem Körper eigen ist, und nach der Menge Luft, die sich in dem Darmkanal und in den Lungen vorfindet. Sehr fette Menschen besitzen, wenn sie ihre Lungen vollständig mit Luft füllen, unter Umständen ein spezifisches Gewicht, welches kleiner ist als 1, daher schwimmen sie auch bei ruhiger Lage an der Oberfläche des Wassers; für gewöhnlich ist aber das spezifische Gewicht um ein Geringes grösser als 1 und infolge dessen sinkt der Körper im Wasser unter.

Bei dem höheren Thierkörper und besonders bei dem Körper des Menschen wird es allerdings schwer fallen, die einzelnen Organe vollständig gesondert nebeneinander zu betrachten, die Wechselbeziehung zwischen denselben ist eine zu innige und das Abhängigkeitsverhältniss des einen Organs von dem andern derartig, dass eine scharfe Trennung derselben fast unmöglich erscheint. So ist z. B. das Gefässsystem mit allen andern Organen verbunden und zwar so innig, dass es unmöglich ist, dasselbe von irgend einem zu trennen; das Nervensystem functionirt nicht bloss zum Besten der Musculatur, sondern es ist in den Dienst aller andern Organe ebensogut getreten, es steht mit den Sinnesorganen, mit dem Verdauungsapparat, dem Athmungsorgan u. s. w. in innigster Beziehung, es regulirt die Functionen derselben und doch müssen wir, um es kennen zu lernen, dasselbe getrennt von den andern Organen betrachten.

Wenn wir daher bei den folgenden Besprechungen Abtheilungen machen, so geschieht es nur aus dem Grunde, den gewaltigen Stoff systematisch verarbeiten zu können, stillschweigend müssen wir stets daran denken, dass eine scharfe Sonderung der einzelnen Organe nicht möglich ist.

A. Der Verdauungsapparat.

Der Körper des Menschen ist darauf angewiesen, von aussen her feste und flüssige Nahrung in sich aufzunehmen und dieselbe in seinem Körper weiter umzuarbeiten, einen Theil derselben in Körpersubstanz überzuführen und einen weiteren Theil zur Erhaltung der verschiedenen Körperfunctionen in den Zellen aufzuspeichern und gelegentlich zu verbrauchen. Die Nahrung, welche der Mensch zu sich nimmt, besteht aus festen und flüssigen Stoffen, besonders sind es die festen Stoffe, welche den höchsten Nahrungswerth haben,

die aber als solche nicht in den Körper eingeführt werden können, sondern vorher zunächst verflüssigt werden müssen, um dann erst im flüssigen Zustande weiter verbreitet und verarbeitet zu werden; dem entsprechend muss derjenige Körpertheil, welcher die Aufnahme und die erste Umformung der festen Nahrung zu übernehmen hat, eigens dazu construirt sein. Erstens kann die Nahrung nicht in grösseren Brocken aufgenommen werden, sondern sie muss in kleine Stückchen zertheilt und mit Flüssigkeit zu einem Brei verarbeitet in den Körper eingeführt werden. Es geschieht diese Verarbeitung in dem ersten Abschnitt des Verdauungsapparates, in dem Mundtheile, dann wird sie im sogenannten Magenabschnitte eine Zeit lang aufgespeichert und daselbst weiter umgewandelt, sie erfährt hier noch durch Zusatz der Magensäfte verschiedene Umformungen und gelangt dann schliesslich in einem ziemlich dünnflüssigen Zustande in einen röhrenartigen Abschnitt, den wir als Darm bezeichnen. In diesem letzteren wird sie dann noch weiter verflüssigt und umgewandelt und schliesslich von den Wandungen des Darmes aufgesaugt; damit diese Aufsaugung leicht und bequem vor sich gehe, ist der Darmabschnitt nicht als einfach glattes Rohr construirt, sondern seine Innenfläche zeigt eine kolossale Anzahl kleiner fadenförmiger Erhebungen, welche die aufnehmende Fläche natürlich bedeutend vergrössern. Die unverdaulichen Reste werden schliesslich durch den After wieder entleert.

Gehen wir nun auf die einzelnen Abschnitte dieses Verdauungsapparates selbst ein und behandeln wir die mit ihm in Verbindung stehenden Nebenorgane in ihrem Zusammenhange mit diesen einzelnen Abschnitten.

Der Mund. Der Mundabschnitt, welcher beim Menschen wie bei allen Thieren am vorderen Körperpole liegt, dient dazu, die Nahrung, welche ihm vermittelst der Hände zugeführt wird, aufzunehmen und zu zerkleinern, damit sie ohne weitere Beschwerden in den folgenden Darmabschnitt, den Magen, hineingelangen kann. Da es nun nicht angebracht wäre, jede beliebige Substanz in den Körper überzuführen, so wird die aufzunehmende Nahrung im Munde zunächst auf ihre Brauchbarkeit oder Unbrauchbarkeit geprüft, es geschieht dies durch ein besonderes Organ, welches wir später noch zu betrachten haben werden, durch das Geschmacksorgan, welches in der Zunge gelegen ist.

Aeusserlich wird der Mund durch zwei schräg gestellte Hautwülste, die Lippen, geschlossen; im Innern werden diese Lippen von einer stets feuchten, sogenannten Schleimhaut überkleidet, nach aussen

werden sie von der allgemeinen Körperhaut bedeckt und ist dieselbe beim Manne durch den Lippen- oder Schnurrbart ausgezeichnet. Der Uebergang von der äusseren Haut oder Epidermis zur Schleimhaut erfolgt nicht direct und plötzlich, sondern an ihrem unteren Rande werden die Lippen von einer zarten, infolge des durchscheinenden Blutes lebhaft roth gefärbten Haut überzogen, welche nach innen zu allerdings unmerklich in die Schleimhaut übergeht. Die Lippen werden im Innern von zahlreichen Muskeln durchzogen, durch welche sie in die verschiedensten Stellungen gebracht werden können und welche zum Theil dazu dienen, die ersten Functionen der Lippen zu unterstützen. Man hat diese Muskeln als Saugmuskeln bezeichnet, weil sie besonders bei Säuglingen stark entwickelt sind und hier zum Saugen an der Brust dienen.

Man unterscheidet eine Oberlippe und eine Unterlippe, welche die quergestellte Mundspalte zwischen sich lassen; die Oberlippe geht bis zur Nase und seitlich bis zu der von der Nase gegen die Mundwinkel verlaufende Falte; die letztere trennt die Oberlippe von den Wangen. Von der Nasenscheidewand läuft bis zum vorderen Lippenrande hinunter eine als Philtrum bezeichnete Furche. Die Unterlippe geht von den Mundwinkeln bis zum Kinn herunter, von welchem sie durch eine quer laufende Furche geschieden wird. Die Lippen functioniren zum Theil als Greifapparate, dann dienen sie dem Menschen beim Sprechen und endlich verschliessen sie die Mundhöhle und schützen dieselbe vor dem Eintrocknen und vor dem Eindringen von Fremdkörpern in dieselbe. Da sich bei der noch in dem Mutterleibe befindlichen Frucht, dem sogenannten Embryo, die Lippen durch Verschmelzung zweier Theile bilden, so kann es vorkommen, dass diese Theile nicht vollständig miteinander verschmelzen, welche Nichtverschmelzung sich auch auf den oberen Theil des Gaumens erstrecken kann; man bezeichnet eine solche Mundbildung als Hasenscharte, wenn bloss die Lippen nicht verwachsen sind, als Wolfsrachen, wenn auch der Gaumen getrennt geblieben ist.

Die eigentliche Mundhöhle wird durch die verschiedensten Theile gebildet, die Form derselben wird durch die des Ober- und Unterkiefers bestimmt, welche spangenartig die Seiten der Mundhöhle umschliessen. In diesen Kiefern sitzen die beim Skelett näher zu beschreibenden Zähne, welche zum Festhalten der Nahrung und zum Zerkleinern derselben dienen. Das obere Dach der Mundhöhle wird durch den Gaumen dargestellt; derselbe besitzt in seiner vorderen Hälfte eine knöcherne Grundlage und wird deshalb hier als harter Gaumen bezeichnet, in seinem hinteren Theile ist er weich (weicher

Gaumen) und geht in die kreisbogenförmig angeordneten Segel über; in der Mitte zwischen den Segeln hängt das kegelförmige Zäpfchen herab. Der Gaumen trennt die Mundhöhle von der Nasenhöhle, deren hintere Oeffnungen hinter den Gaumensegeln liegen und als innere Nasenlöcher (Choanen) bezeichnet werden. Den Boden der Mundhöhle bedeckt die Zunge, welche sich als ein grosses, fleischiges Organ darstellt, das nebenher zur Geschmacksempfindung dient.

Die Zunge wird von längs und quer verlaufenden Muskelbändern gebildet; zwischen denselben verlaufen eine grosse Anzahl grösserer und feinerer Blutgefässe, sowie zahlreiche Nerven, welche zum Theil Geschmacksnerven, zum Theil Empfindungsnerven sind; die Oberfläche der Zunge wird von kleinen Hervorragungen, den Zungenwärzchen oder Zungenpapillen, bedeckt. Diese Papillen sind kegelförmig oder pilzförmig, an den Seitenrändern linsenförmig und dann von einem Ringwall umgeben; an die letzten Papillen ist das Geschmacksorgan gebunden. Die Zunge dient ausser zum Schmecken zum Umwenden der Speisen in der Mundhöhle, zur Weiterbeförderung der gekauten Speisen nach dem Schlund hin und schliesslich unterstützt sie die Sprache des Menschen in einer sehr erheblichen Weise, sie gestattet die Bildung der Vokale und der meisten Konsonanten, sie wirkt beim Pfeifen, Zischen, Auswerfen u. s. w. Durch ihren complicirten, musculösen Bau kann sie vorgestreckt und zurückgezogen und im Munde hin und her bewegt werden.

In der Mundhöhle findet sich weiterhin eine grosse Anzahl von Drüsen[1]), deren Ausscheidungen theils dazu dienen, die Mundhöhle

---

1) Die meisten Organe enthalten eigenthümliche Gewebe, welche in Gestalt von Hülfsorganen auftreten, es sind dies die sogenannten Drüsen. Dieselben stellen sich entweder als selbstständige, compactere Masse dar, wie Leber und Bauchspeicheldrüse, oder sie sind in andere Organe hineingesenkt, wie die Darmdrüsen, die Hautdrüsen u. s. w. Allgemein stellen sich die Drüsen als Röhren dar, welche mehr oder minder lang sind und deren innere Wandung von einer zusammenhängenden Schicht von Zellen überzogen wird, welche als Drüsenepithelien bezeichnet werden. Diese Epithelien gehen vollständig in die Auskleidung der Organe über, denen die Drüsen angehören; entwickelungsgeschichtlich entstehen sie auch aus denselben, nur sind die Functionen, welche diese Drüsenepithelien haben, wesentlich andere geworden als diejenigen der Gewebe, aus denen sie abzuleiten sind. Es nehmen die einzelnen Zellen aus dem Blute Stoffe auf und verarbeiten dieselben in eigenthümlicher Weise; das Product dieser Umsetzungen ist schliesslich eine Flüssigkeit von eigenthümlicher Zusammensetzung, wir bezeichnen sie als Secret und werden als solches den Speichel, dann die Galle, den Bauchspeichel, Schleim, Magen- und Darmsaft, weiterhin Thränenflüssigkeit, Schweiss, Harn u. s. w. kennen lernen. Die einfach schlauchförmigen Drüsen sind verhältnissmässig selten, in der Regel verästeln sich die unteren Theile des Drüsen-

stets feucht zu halten, theils dazu bestimmt sind, die Nahrung beim Kauen zu einem feuchten Brei umzuwandeln und bestimmte Stoffe derselben zu zersetzen, damit diese, wenn sie in den Magen und Darm gelangen, schneller und vollkommener verdaut werden können. An der Zunge liegt eine grössere Anzahl kleinerer Drüsen, besonders an der angewachsenen Fläche der Schleimhaut, dann an den seitlichen Zungenrändern, dem hinteren Theil des Zungenrückens, ausserdem an der Zungenspitze. Die grössten Drüsen der Mundhöhle sind jedoch die Speicheldrüsen, welche als drei Paar neben und unter der Mundhöhle liegen. Die Speicheldrüsen bestehen aus vielen runden Drüsenläppchen, welche wieder aus einzelnen kleinen Drüsenträubchen zusammengesetzt sind. Ganz hinten liegt jederseits die Ohrspeicheldrüse; dieselbe befindet sich vor und unter dem äusseren Ohr und besitzt immerhin eine Länge von 3—4 Cm. Aus allen den einzelnen kleinen Drüsenläppchen, welche sie zusammensetzen, treten kleine Gänge heraus, welche sich schliesslich miteinander vereinigen und mit einem Hauptausführungsgange innerhalb der Backen neben dem ersten oberen Backenzahne in die Mundhöhle überführen.



Fig. 10.
Läppchen einer Speicheldrüse bei schwacher Vergrösserung (Wundt, Physiol.).

Eine zweite Speicheldrüse ist die des Unterkiefers, welche bedeutend kleiner ist als die Ohrspeicheldrüse; sie liegt dem Unterkiefer an und mündet mit einem kürzeren Ausführungsgange jederseits neben dem Zungenbändchen. Unter der Zunge liegt endlich ein drittes Speicheldrüsenpaar, auf dem Boden der Mundhöhle, von der Mundschleimhaut bedeckt. Diese Speicheldrüsen scheiden den hellen, dünnflüssigen Speichel aus und besonders erfolgt die Abscheidung desselben beim Essen und während des Kauens, aber auch, in geringerer Menge allerdings, während des Sprechens, bei Lüsternheit, beim Anblick von Speisen u. s. w. Die festen Nahrungstheile werden beim Kauen mit ihm vermengt. Beim Sprechen verhindert er die Austrocknung der Mundhöhle. Im

schlauches sehr schnell und meist sehr weit, sodass dann ein ganz complicirtes Röhrensystem zu Stande kommt, welches mit einem oder mehreren Ausführungsgängen in das betreffende Organ einmündet. Die Endverzweigungen des Röhrensystems liegen dann meist in kleineren Partien zusammen, wir bezeichnen diese Partien als sogenannte Drüsenläppchen. Ausser diesen complicirten Drüsen hat man auch noch einzellige unterschieden, letztere finden sich hauptsächlich im Darme.

Speichel befinden sich auch die früher geschilderten Speichelkörperchen.

Direct an die Mundhöhle setzt sich nach hinten der Nasen- und Rachenraum an; in denselben münden von oben her die inneren Nasenräume, der innere Gehörgang und von unten her der Kehlkopf, der zum Athmungsapparat führt. Hinter dem Kehlkopf liegt dann der Anfangstheil der Speiseröhre, von der aus ein häutiges Rohr in den Magen hinabführt. Dieser Rachenraum oder Schlundkopf dient als Luftraum oder Communicationsraum zwischen den Athmungsorganen, dem Mund und der Nase. Da wir später noch bei der Besprechung der Athmungsorgane, des Geruchs- und Gehörorgans auf ihn zurückzukommen haben, so wollen wir gleich in der Schilderung des Verdauungsapparates weiter gehen.

An den Schlundkopf setzt sich hinter dem Kehlkopf, wie schon erwähnt, die Speiseröhre an. Dieselbe stellt sich als ein häutiges, stark ausdehnbares Rohr dar, welches zu äusserst vom Bindegewebe, dann von einer Längs- und Ringmuskelschicht gebildet wird; die Innenfläche wird von einer Schleimhaut, welche sich ohne Unterbrechung in die des Schlundkopfs, der Mundhöhle u. s. w. fortsetzt, ausgekleidet. Als fast gerade hinabsteigendes Rohr geht die Speiseröhre durch den Hals und den Brustraum hindurch und führt ungefähr in der Höhe der Herzgrube in den eigentlichen Magen über. Durch die Zusammenziehung der Muskeln in der Mündung der Speiseröhre werden die Bissen durch dieselbe nach dem Magen hinabgedrückt; bei breiigen oder flüssigen Speisen geht dies sehr schnell, bei festen, trockenen hingegen können einige Minuten vergehen, ehe dieselben in den Magen gelangen.

Der Magen stellt sich als ein grosses Reservoir zur Aufnahme der Speisen dar, er ist sackartig entwickelt und liegt von der linken nach der rechten Körperseite, ungefähr innerhalb des Raums, den die unteren Rippen vorn begrenzen. Die Wandungen des Magens bestehen auch wieder aus Bindegewebe und Musculatur. Zu äusserst liegt das Bauchfell, welches zum grössten Theil aus Bindegewebe besteht, dann folgt die Muskelschicht, welche wieder aus drei verschiedenen Lamellen gebildet wird, aus Längsmuskelfasern, Ringmuskelfasern und aus schräg verlaufenden; ganz zu innerst liegt die sogenannte Schleimhaut, welche eine weissröthliche, gelbliche oder grauliche Färbung hat und in welcher die Drüsen des Magens liegen; ihre Oberfläche ist stets mit Schleim überdeckt. Entfernt man denselben, so gewahrt man, dass die Schleimhaut nicht, wie es anfänglich scheint, glatt ist, sondern dass sich auf ihr zahlreiche längliche

Erhabenheiten befinden, welche wiederum dicht mit zahlreichen feinen Papillen besetzt sind. Zwischen diesen Falten münden auch die zusammenliegenden kleinen Magendrüsen aus.

Jene Stelle, an welcher die Speiseröhre in den Magen übertritt, wird als Cardia bezeichnet, sie ist der obere Eingang zu dem Magen. Derselbe wölbt sich von hier aus stark nach links hervor, biegt sich dann nach rechts herum und verschmälert sich dabei etwas, steigt ein kleines Stück in die Höhe und schnürt sich dann ab, an welcher Stelle der Anfang des folgenden Darmabschnitts gelegen ist.

Diese Uebergangsstelle wird als Pförtner (Pylorus) bezeichnet, äusserlich ist sie kenntlich durch die leichte Einschnürung, im Innern erhebt sich an dieser Stelle eine ringförmige Falte.

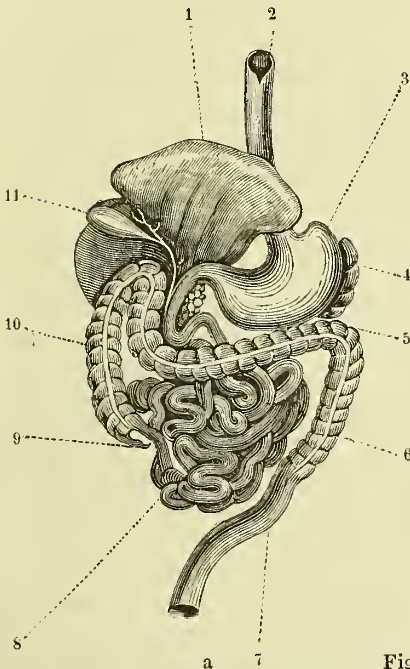
An den Magen setzt sich nun der längste Darmabschnitt, der sogenannte Dünndarm an; die erste Mündung dieses Darmtheils, welche von rechts nach links hinter dem Magen verläuft, heisst Zwölffingerdarm (Duodenum). Vom Duodenum verläuft dann in vielen Windungen der 4—6 M. lange eigentliche Dünndarm.

Die erste Strecke des Dünndarms wird als Leerdarm bezeichnet, die letzte als Krummdarm; die Windungen dieser Darmabschnitte bestehen auch wieder zu äusserst aus einer Bindegewebshülle, dem Bauchfell, dann folgt eine Muskelschicht und zu innerst befindet sich wieder eine Schleimhaut, welche in dem Darm die allerverschiedenartigsten Ausbildungen zeigt. Jener äussere Ueberzug, welcher vom Bauchfell gebildet wird, führt die Bezeichnung Gekröse (Mesenterium), er geht in einfacher Schicht um den Darm herum, neben dem Darm und zwischen den einzelnen Windungen jedoch legen sich die beiden Blätter des Bauchfells zusammen und verschmelzen eng miteinander, am Rücken geht diese Bauchfellfalte von dem die Bauchwandung auskleidenden Bauchfell (Peritonaeum) ab, sodass der gesammte Darmapparat in einem Netz zu hängen scheint, welches längs des Rückentheils des Menschen angeheftet ist.

Die innere Schleimhaut des Darms ist ziemlich dünn, weich, locker und sehr dehnbar, an einzelnen Stellen ist sie faltenartig in das Darminnere hervorgetreten; diese Falten können entweder ringförmig oder in Längsstreifen von der Darmwandung abspringen. Im übrigen ist die Innenfläche der Schleimhaut mit einer äusserst grossen Anzahl kleiner, zarter Zotten bedeckt, welche für die physiologischen Functionen des Darms von grösster Wichtigkeit sind, wie wir dies später noch auseinanderzusetzen haben. Die einzelnen Zotten springen blattartig vor, nach aussen zu werden sie mit einer Epithelzellschicht überkleidet, in ihnen liegt ein feines Blutgefässnetz und ganz

zu innerst ein enger Kanal, durch den später die Speisesäfte abgeleitet werden; auf einem Quadratmillimeter Fläche stehen ungefähr 8—18 kleine Zotten nebeneinander, von denen jede ungefähr $1/2$ bis 1 Mm. Länge und $1/10$ Mm. Durchmesser hat.

An den Dünndarm setzt sich ziemlich scharf abgegrenzt der Dickdarm (Colon) an. Derselbe beginnt in der rechten Hüftengegend des Körpers, steigt dann nach oben, biegt sich nach links um und verläuft, über dem Nabel gelegen, quer durch die Leibeshöhle, an der vorderen Bauchwand entlang, hindurch. An der hinteren Seite der linken Leibeswand angelagert, geht er dann wieder nach unten und schliesslich in den letzten Abschnitt des Darms über. Gleich an der Uebergangsstelle des Dünndarms in den Dickdarm liegt ein kleiner



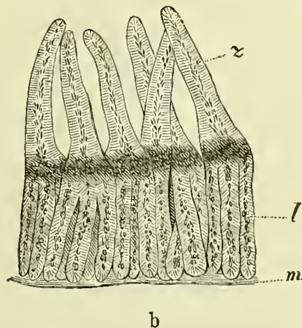


Fig. 11.

a Schematische Uebersicht der Verdauungsorgane. V. ca. $1/15$. 1 Leber, in die Höhe geschlagen. 2 Speiseröhre. 3 Magen. 4 Milz. 5, 6 Dickdarm. 7 Enddarm. 8 Dünndarm. 9 Wurmfortsatz. 10 absteigender Dickdarm. 11 Gallenblase mit dem Gallengang, welcher mit dem aus der Leber kommenden Lebergang zum Gallenlebergang zusammenmündet; letzterer führt in den Zwölffingerdarm. (Krause, Anatomie.)

b Drüsenschicht der Dünndarmschleimhaut. *z* Zotten, *l* schlauchförmige (Lieberkühn'sche) Drüsen, *m* Schicht glatter Muskelzellen. (Wundt, Physiologie.)

Darmfortsatz, welcher blind endigt und daher als Blinddarm bezeichnet wird; er erscheint bloss als eine Ausstülpung des Dickdarms, diese Ausstülpung erlangt aber bei vielen höheren Thieren, z. B. dem Kaninchen, eine ganz mächtige Ausdehnung. Von dem Blinddarm geht noch an seiner hinteren Wand ein ebenfalls blind endigender röhrenförmiger enger Fortsatz aus, der sogenannte Wurmfortsatz. Der längste Abschnitt des Dickdarms wird als Grimmdarm bezeichnet; seine Oberfläche ist nicht glatt, sondern durch eine grosse

Anzahl von Einschnürungen in rundliche Erhebungen getheilt. Auf dem Darm verlaufen drei glatte, bandartige Streifen, zwischen denen die blasenartig hervorgetriebenen Erweiterungen liegen; an die beiden hinteren Streifen legen sich die Bauchfellfalten an, durch welche der Dickdarm in der Bauchhöhle angeheftet und mit den andern Darmtheilen verbunden ist. Von der oberen Wand des schräg gestellten Dickdarms hängt das sogenannte grosse Netz vor dem dahinterliegenden Dünndarm herab, es ist dasselbe eine breite, blattartige Bauchfellfalte, welche der Länge nach mit dem Dickdarm verwachsen ist, an seinem unteren Rande jedoch frei bleibt. Neben diesem grossen Netz unterscheidet man dann noch ein kleineres, welches eigentlich aus vier Theilen zusammengesetzt ist, von denen zwei vom Magen ausgehen und sich dann mit zwei von dem Dickdarm kommenden Hautplatten verbinden.

Die Wandungen des Dickdarms bestehen in ihren mittleren Schichten aus kräftigen Muskellagen; drei Längsmuskelbänder verlaufen in der Richtung der drei Darmbänder, sonst besteht die Musculatur meist aus Ringfasern, durch deren Verkürzung auch die Einschnürungen hervorgebracht werden. Die innere Schleimhaut zeigt nur an einzelnen Theilen einen Zottenbelag; es findet sich in ihr jedoch eine grosse Anzahl von Drüsen, welche den Dickdarmschleim absondern.

Der E n d d a r m (Rectum), welchen man, wenn man will, als Abschnitt des Dickdarms auffassen kann, führt die Bezeichnung Mastdarm, er verläuft vor der hinteren Bauchwand, also vor dem Endabschnitt der Wirbelsäule, hinter den inneren Harn- und Geschlechtsorganen nach unten und mündet durch den After nach aussen; er ist leicht gebogen, seine Gestalt ist gleichförmig, mehr cylindrisch, seine innere Schleimhaut ist im leeren Zustande in Längsfalten gelegt. Die Muskelschicht ist sehr kräftig und besonders vor dem After stark ausgebildet; es liegt hier ein 2—3 Mm. dicker und ungefähr 9 Mm. breiter ringförmiger Muskel, der sogenannte innere Schliessmuskel des Afters, welcher willkürlich zusammengezogen werden kann und im Stande ist, den Darminhalt zurückzuhalten.

Wenn wir nun weiterhin den Darmapparat betrachten, so fallen uns an ihm ein Paar grosse, mächtig entwickelte lappige Organe auf, welche durch kleine Ausmündungsröhrchen mit dem Darminnern im Zusammenhange stehen und die grossen Darmdrüsen (Leber und Bauchspeicheldrüse) bilden.

Die L e b e r. Dieselbe stellt die grösste Drüse des Körpers dar. Während der Magen die linke Hälfte des mittleren Leibesabschnittes ausfüllt, liegt die Leber in der rechten Hälfte, in gleicher Höhe mit

dem Magen; ihr oberer Rand liegt etwas höher als die Herzgrube, ihr äusserster unterer Rand verläuft ungefähr mit dem rechten unteren Rippenrande, links überdeckt die Leber ein Theil des Magens, oben liegt sie an der unteren Seite des Zwerchfells, unter ihr verläuft der Dünndarm und der quergestellte Dickdarm. Die Farbe dieser grossen Darmdrüse ist bräunlichroth, die Oberfläche derselben glatt und glänzend. Mit der Leber ist die Gallenblase eng verwachsen, in ihr sammelt sich das Secret, welches die Leberdrüsenzellen ausscheiden, die Galle. Man hat zwei Leberlappen, einen rechten und einen linken unterschieden, die Functionen derselben sind aber vollständig gleich. Die äussere Hülle, welche die Leber überzieht, ist ein Theil des Bauchfells und besteht aus einem festen, straffen Bindegewebe; ausserdem wird die Leber durch verschiedene Falten und Bänder, welche vom Bauchfell ausgehen, in ihrer Lage festgehalten. So läuft vom Zwerchfell ein schmales Band gegen den oberen stumpfen Leberrand herab und befestigt die Leber an dieser Stelle, man bezeichnet dies Band als Kreuzband. Von der Bauchwand geht dann ein Band an die vordere Leberfläche über, es trennt den linken Lappen von dem rechten und wird als Aufhängeband bezeichnet. Weiterhin ist die Leber mit dem Magen durch das sogenannte kleine Netz verbunden, dieses tritt von der unteren concaven Leberseite an die hintere Magenbucht heran. An den Zwölffingerdarm tritt ein ähnliches Ligament heran und schliesslich tritt der hintere Lebertheil in gleicher Weise mit dem vorderen Rande der rechten Niere in Verbindung. Wenn wir nun die Leber näher betrachten, so finden wir, dass sie aus einem leicht zerbrechlichen oder zerreissbaren Gewebe besteht, welches in allen seinen Theilen von zahlreichen Blutgefässen durchzogen wird. Zwei grosse Blutgefässstämme führen Blut in die Leber hinein; der eine derselben kommt aus dem Herzen, es ist die Leberschlagader, welche hellrothes Blut führt, der andere ist die sogenannte Pfortader, welche aus dem Körper dunkelrothes Blut in die Leber einfliessen lässt. Ausserdem gehen noch einige kleinere Blutgefässe in die Leber über. Das Blut fliesst dann durch eine Anzahl von Lebervenen aus der Leber wieder hinaus, zum Theil nach dem Herzen, zum Theil in den Körper. Bei der Besprechung der Kreislaufsorgane werden wir auch die Lebergefässe noch zu berücksichtigen haben. Verfolgen wir die eintretenden Gefässe, so gewahren wir bald, dass sie sich wiederholt theilen und schliesslich in ganz feine Haargefässnetze übergehen, welch letztere dann in eine Anzahl von kleinen Partien getrennt sind, die als Leberläppchen bezeichnet werden. Diese Leber-

läppchen, deren in der gesammten Leber eine grosse Anzahl vorkommt, zeigen einen ziemlich complicirten Bau. Wir müssen uns hier nur auf das Wichtigste, was über sie bekannt ist, beschränken. Ein jedes Läppchen ist ungefähr 1—2 Mm. lang und $^1/_{10}$ Mm. breit; voneinander werden die einzelnen Läppchen durch Bindegewebe geschieden. In dem Centrum eines jeden Leberläppchens liegt ein Blutgefäss, welches nach den Seiten zahlreiche feine, strahlig angeordnete Blutgefässästchen entsendet; zwischen den einzelnen Läppchen verlaufen die sich ebenfalls stark verästelnden letzten Ausläufer der Pfortader und der vom Herzen kommenden Leberschlagader. Die Endverzweigungen der centralen und der zuletzt erwähnten Gefässe gehen ineinander über. Aber es finden sich nicht allein Blutgefässe in feinster Vertheilung in den Leberläppchen, sondern wir bemerken dazwischen noch ein enges Röhrensystem, welches sich ebenfalls mit ganz feinen Aestchen zwischen und in den Leberläppchen vertheilt, es sind die Gallengänge, die das Secret der Leber, die Galle, aus den Leberlappen aufnehmen und schliesslich in die Gallenblase überführen. Die Galle wird auch wieder in besonderen Drüsenzellen abgeschieden, welche in den Wandungen der Gallengänge liegen; ausserdem besteht aber die Hauptmasse der Leber aus den sogenannten Leberzellen. Es sind dies vielseitige, sehr verschieden gestaltete Zellen, welche im Innern einen deutlichen Kern enthalten und ausserdem mit gelben Farbstoffkörnchen und Fetttröpfchen angefüllt sind.

Die Functionen der Gallenflüssigkeit werden wir weiter unten zu besprechen haben. Der Ausführungsgang der Gallenblase mündet in den Zwölffingerdarm ein und zwar ist das so zu denken, dass die aus der Leber kommenden Gallengänge nach und nach zusammenfliessen zum sogenannten Lebergang, welcher aus einem rechten und einem linken Aste besteht. Von seinem äusseren Ende setzt sich nach oben zu ein kurzer Gang ab, der sich allmählich zur eigentlichen Gallenblase erweitert, nach unten zu geht dann der Lebergang als Gallenausführungsgang in den Dünndarm über.

Dort, wo der Gallengang in den Zwölffingerdarm ausmündet, ergiesst die zweite grosse Darmdrüse, die Bauchspeicheldrüse (Pancreas), ihr Secret in den Darm. Diese Drüse ist von langgestreckter, platter Gestalt, an ihrem freien Ende ist sie abgestumpft, sie liegt quer an der hinteren Bauchhöhlenwand, vor der Wirbelsäule und hinter dem Magen, ihre Farbe ist gelbgrau, etwas röthlich, ihre Substanz ist weich, zähe und weniger brüchig als die der Leber, sie ist zum Theil mit dem Zwölffingerdarm fest verwachsen. Im Innern

zeigt sie einen ebenfalls lappigen Bau, es treten auch hier wieder in die einzelnen Läppchen Blutgefässe ein, dieselben umlagern zahlreiche, feine Drüsenschläuche, deren innere Hohlräume miteinander in Verbindung treten und sich zu grösseren Ausführungsgängen vereinigen, welche dann an verschiedenen Stellen in einen Längsausführungsgang, der durch die ganze Bauchspeicheldrüse hindurchzieht, übergehen. Das Ende dieses centralen Hauptganges öffnet sich schliesslich in den Zwölffingerdarm. Die Ausscheidung dieser Drüse, der sogenannte Bauchspeichel, ist eine klare, wasserhelle Flüssigkeit, welche weder sauer noch alkalisch ist und die bei der Verdauung der Speisen jedenfalls eine grosse Rolle spielt.

Diese beiden grossen Drüsen sind aber nicht die einzigen, welche sich am Darmapparat finden, neben ihnen gewahren wir in den Wandungen der verschiedenen Darmabschnitte eine sehr grosse Menge kleiner Drüsen, welche alle ihr Secret in den Darm ergiessen. Im Magen treffen wir vier verschiedene Arten von kleinen, die Schleimhaut durchsetzenden Drüsen; die einen derselben werden als eigentliche Magendrüsen bezeichnet, sie nehmen den grössten Theil des Magens ein und scheiden den Magensaft aus; eine andere Art von Drüsen sind die Magenschleimdrüsen, welche den Magenschleim entwickeln; daneben sind noch einfache kleine Drüsen vorhanden. Im Dünndarm haben wir ebenfalls wieder eine grössere Menge verschieden gestalteter Drüsen zu erwähnen; im Zwölffingerdarmabschnitt liegen die sogenannten Brunner'schen Drüsen, welche sich traubenförmig verästeln und an einzelnen Stellen dicht gedrängt nebeneinander stehen; in dem folgenden Dünndarmtheile finden sich in grosser Anzahl kleine schlauchförmige Drüsen, welche über die ganze Schleimhaut zerstreut liegen und als Lieberkühn'sche bezeichnet werden. Die fälschlich als Peyer'sche Drüsen bezeichneten Gebilde in der Darmschleimhaut, welche immer haufenweise nebeneinander liegen, bestehen aus sogenannten Lymphfollikeln.

Auch im Dickdarm findet sich eine Reihe von allerdings nicht sehr zahlreichen Drüsen, welche man den Lieberkühn'schen zuzählen kann.

An der Stelle, wo die Speiseröhre in den Magen übergeht, ist auch die Grenze jener beiden grossen Höhlen des Körpers, deren obere wir als Brusthöhle, deren untere wir als Bauchhöhle bezeichnen. In der Brusthöhle liegen die Athmungsorgane, das Herz und die grossen Gefässstämme, in der Bauchhöhle finden wir den eigentlichen Verdauungsapparat (Magen, Darm, Leber, Bauchspeicheldrüse), den Harn- und inneren Geschlechtsapparat, sowie eine grosse Lymph-

drüse, die Milz, entwickelt. Die Brusthöhle wird von der Bauchhöhle durch das weiter unten noch zu besprechende Zwerchfell geschieden.

Die Brusthöhle sowohl wie die Bauchhöhle wird von einer inneren Haut ausgekleidet, deren Oberfläche stets feucht und schlüpfrig erhalten wird und welche die Reibung der inneren Organe aneinander möglichst verringern soll, welche aber gleichzeitig auch dazu dient, die einzelnen Organtheile miteinander zu verbinden und in ihrer Lage zu erhalten. In der Brusthöhle bezeichnen wir diese aus Bindegewebe bestehende Haut als Brustfell (Pleura), in der Bauchhöhle als Bauchfell (Peritonaeum). Das Bauchfell überkleidet die innere Bauchwandung, den Darmapparat, sowie alle andern in der Bauchhöhle frei liegenden Organe.

Die Ernährung.

Was nun endlich die Functionen des gesammten Darmapparates anlangt, so haben wir bei der Betrachtung derselben hauptsächlich zu bemerken, dass die Speise in dem Darmapparat in der nöthigen Weise verarbeitet werden muss, um dann in geeigneter Form in den übrigen Körper übergeführt werden zu können. Da die Zellen, welche den inneren Darmapparat auskleiden, ein allseitig geschlossenes Rohr bilden, die aufgenommenen Nahrungstheile aber nur durch dieses Rohr in dem Körper verbreitet werden können, so müssen dieselben derartig beschaffen sein, dass sie auch durch die Zellwände hindurchtreten können, sie müssen in eine flüssige Form gebracht werden. Der Mensch nimmt nun aber neben flüssiger Nahrung der Hauptsache nach feste Nahrung zu sich und es ist nun Aufgabe des Verdauungsapparates, diese feste Nahrung in Flüssigkeit umzuwandeln und sie so zur Aufnahme geeignet zu machen. Diese Verflüssigung wird nun auf verschiedene Weise erlangt; bevor wir jedoch zur Schilderung der Verdauungsvorgänge selbst übergehen, wird es nöthig sein, einen kurzen Blick auf die Art der vom Menschen aufgenommenen Nahrung zu werfen.

Die Nahrung besteht aus gar verschiedenen Stoffen, aus festen und flüssigen, aus ernährenden oder sagen wir nahrhaften und aus bloss anregend wirkenden Bestandtheilen. Der Chemiker theilt die Nahrungsmittel des Menschen wieder in zwei grosse Gruppen ein, in die sogenannten stickstoffhaltigen und in die stickstofffreien; dazu wollen wir noch einige Salze rechnen, welche zur Verdauung durchaus nothwendig sind.[1])

1) Alle Nahrungsmittel setzen sich aus wenigen Elementen (den einfachsten chemischen Körpern, die sich bis jetzt noch nicht weiter zerlegen lassen) zusam-

Die stickstoffhaltigen Nahrungsmittel. Diese ganze Gruppe stammt aus dem Thier- und Pflanzenreich, sie ist für das Fortbestehen des Körpers durchaus nothwendig und aus ihr werden wieder die Muskeln und andere Organtheile des Körpers aufgebaut oder ersetzt und erneuert. Die Formen, in denen sie dem Körper zugeführt werden, bezeichnen wir als Fleisch, Eier, Milch (Käsestoff derselben), Hülsenfrüchte, Brod und Gemüse. Auf die chemische Zusammensetzung dieser Theile kann nicht näher eingegangen werden, weil ihre Zusammensetzung eine so complicirte ist, dass es weder der Physiologie noch der Chemie möglich war, genügenden Aufschluss darüber zu erhalten. Den eigentlich nahrhaften Bestandtheil dieser Substanzen fassen wir unter der Collectivbezeichnung Eiweiss zusammen; es entstammt dies dem Inhalt der Zellen, aus denen ursprünglich die Nahrungsmittel zusammengesetzt waren.

Die stickstofffreien Nährstoffe. Zu denselben zählen wir besonders das Fett, die Stärke und dann jene Genussmittel, welche der Mensch auf künstlichem Wege herstellt, welche der Chemiker als Alkohol bezeichnet und die wir in der Form von Wein, Bier und Branntwein in mehr oder minder hochgradiger Verdünnung zu uns nehmen. Eine andere Reihe von Genussmitteln bereiten wir uns aus der Kaffeepflanze, der Theepflanze und verschiedenen andern Pflanzen durch Abkochung gewisser Theile derselben. In allen diesen Substanzen ist kein Stickstoff enthalten, es sind dieselben jedoch durchaus für das Fortbestehen des Körpers nöthig, ebenso nöthig wie die vorhin besprochenen Verbindungen.

Das Fett ist einer der hauptsächlichsten stickstofffreien Nährstoffe, es kann unter keinen Umständen entbehrt werden, weil es im Körper als Material für die Verbrennungserscheinungen benutzt wird und weil von ihm infolge dessen die Erzeugung des grössten Theils der Eigenwärme des Körpers abhängig ist. Bis zu einem gewissen Grade kann man es durch Stärke, verschiedenen Zucker und Alkohol ersetzen.

Endlich haben wir noch kurz der Salze zu gedenken, welche unbedingt in den Körper übergeführt werden müssen, es ist dies vor allen Dingen Kochsalz (Chlornatrium), phosphorsaurer und kohlensaurer Kalk.

---

men. Sauerstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff treten meist nebeneinander in den stickstofffreien Verbindungen auf, in den andern gesellt sich zu ihnen noch der Stickstoff. Daneben sind für das Bestehen des Körpers die als Salze vorkommenden Elemente, Natrium, Calcium, Chlor, Phosphor, Schwefel und Eisen vorhanden; aus diesen wenigen Grundstoffen setzen sich die complicirtesten Verbindungen zusammen.

Das Kochsalz wird im Körper zur Bildung von Salzsäure verwandt. Diese Säure findet sich constant im Magensafte vor und dient zur Auflösung oder Verflüssigung, resp. Verdauung der verschiedensten Nahrungsmittel; daher ist das Salz eins der nothwendigsten Gewürze, welches der Körper unter allen Umständen verlangt. Der phosphorsaure und kohlensaure Kalk wird hauptsächlich mit den Körnerfrüchten aufgenommen; er ist für den Körper deshalb von Wichtigkeit, weil sich aus ihm die feste Knochensubstanz bildet, weshalb denn auch bei verschiedenen Krankheiten, wenn diese Kalksalze nicht genügend aufgenommen werden, die Knochen vollständig weich bleiben.

Wenn man dem Körper eine Zeit lang keine Nahrungsmittel zuführt, so tritt alsbald eine Empfindung ein, welche wir als Hunger und Durst bezeichnen; der Hunger scheint seinen Sitz im Magen zu haben, der Durst macht sich in der oberen Schlundpartie geltend, beide Empfindungen werden dadurch hervorgerufen, dass dem Blute die Nahrungsstoffe und die nöthigen Wassermengen fehlen. Wenn man die Magennerven durchschneidet, so stellt sich ein fortwährendes Hungergefühl ein, und ebenso tritt dauernde Durstempfindung auf, wenn man den Zungenschlundnerv und den oberen Kehlkopfsnerv zerstört.

Die Verarbeitung der Speisen im Verdauungsapparat.

Die erste Umwandlung der Speisen geschieht innerhalb der Mundhöhle, woselbst dieselben, wie schon früher erwähnt wurde, mit dem beim Kauen reichlich ausfliessenden Speichel vermischt werden. Dieser letztere dient theils dazu, den Bissen schlüpfrig und zum Schlucken geeignet zu machen, theils hat er aber auch die Function, eine chemische Umwandlung der aufgenommnen Nahrungsmittel vorzunehmen und viele derselben zum Quellen oder in vollständige Lösung zu bringen. Gleichzeitig mit dem Speichel wird auch der Mundschleim, welcher aus den Schleimdrüsen ausgeschieden wird, mit der aufgenommenen Nahrung verarbeitet; in dem Speichel sowohl wie in dem Mundschleim findet sich ein Stoff, welcher geeignet ist, gekochte Stärke in löslichen Zucker schnell überzuführen, vielleicht werden auch die Pflanzenfasern durch diesen Stoff zum Theil gelöst. Man hat ihn als Ptyalin bezeichnet und definirt ihn als ein Ferment, welches besonders Stärke umzuwandeln vermag.[1])

---

1) Unter Ferment versteht man Substanzen, welche auf noch nicht erklärte Weise durch Vermischung mit andern Substanzen diese letzteren chemisch umzuwandeln vermögen. Die vor sich gehende Umwandlung bezeichnet man als

Nachdem die Bissen nun gehörig vorbereitet sind, werden sie durch die Speiseröhre dem Magen zugeführt, in welchem sie dann eine Reihe von weiteren Umformungen erfahren. Die Drüsen des Magens scheiden zweierlei verschiedene Stoffe ab, den Magenschleim und den Magensaft. Der Magenschleim ist nur in geringer Menge vorhanden, er wird von den Epithelzellen des Magens und von den Schleimdrüsen ausgeschieden und scheint ebenfalls nach Art eines Ferments zu wirken. Der Magensaft wird tagsüber in sehr grosser Menge abgeschieden (das Gewicht des täglich abgeschiedenen Magensaftes soll ein Viertel des Körpergewichts betragen). Er enthält beim Menschen ungefähr 0,5 Procent freie Salzsäure und ein Ferment, welches für die Verdauung von allergrösster Wichtigkeit ist, das sogenannte Pepsin. Der Magensaft wird aus den schlauchförmigen Labdrüsen besonders dann ausgeschieden, wenn die Schleimhaut des Magens durch aufgenommene Nahrungsmittel gereizt wird. Durch die Einwirkung von Pepsin und freier Säure auf die Eiweissstoffe werden diese bei der im Magen herrschenden Temperatur von 37,5 Grad verhältnissmässig schnell in sogenannte Peptone übergeführt. Wie diese Umwandlung vor sich geht und was die Peptone für Körper sind, wissen wir absolut noch nicht, ebenso wenig kennen wir die Zusammensetzung aller Eiweisskörper und die Bildungsvorgänge in den Zellen, wodurch die verschiedenen verdauenden Stoffe erzeugt werden.

Schliesslich werden alle in den Magen gebrachten Speisen in eine breiähnliche Masse umgewandelt, in welcher nur noch Pflanzenfasern, Sehnen und einzelne Zellen unverändert geblieben sind und in der noch einige nicht vollkommen gelöste Nahrungsstoffe (geronnene Milch, grössere Fleischstückchen und Fett) zu bemerken sind. Nach einiger Zeit, spätestens nach 4—5 Stunden, ist der gesammte Magenbrei in den Darm übergetreten und wird hier weiter verarbeitet und aufgesaugt.

In dem Darmabschnitt werden nun die Speisen noch weiter verarbeitet, besonders sind es die Fette, welche zunächst Umwandlungen erfahren. Sowie dieselben in den Zwölffingerdarm eintreten, mischt sich mit ihnen das Secret der Leber, die Galle, und das Secret der Bauchspeicheldrüse, wobei durch eine Umwandlung die Fette in seifenähnliche Verbindungen übergeführt werden, auf diese Weise in Lösung gelangen und dann vom Darm aufgesaugt werden

Gährung. Solche Fermente können theils Flüssigkeiten sein, theils können sie aus festen, organisirten Substanzen bestehen. Die Fermente sind Producte lebender Zellen oder auch solche Zellen selbst.

können. Der Bauchspeichel, welcher neben der Galle dem Speisebrei zugesetzt wird, zersetzt theils die noch zurückgebliebene Stärke, theils hilft er die Fette verseifen, theils wirkt er zersetzend auf die Eiweisskörper ein. Gerade das Secret der Bauchspeicheldrüse scheint am schnellsten und energischsten die Eiweissstoffe umzuwandeln.

In ziemlich dünnflüssiger Form tritt dann der Speisebrei aus dem Zwölffingerdarm in den Dünndarm über und auf der durch die Zotten vergrösserten Oberfläche dieses Darmtheils findet dann die Aufsaugung der verdauten und verflüssigten Speisetheile statt und die Ueberführung des Speisesaftes in das Blut. Im Dünndarm liegt gleichzeitig, wie wir gesehen haben, eine grössere Anzahl von Drüsen, welche den sogenannten Darmsaft abscheiden; dieser bewirkt ebenfalls eine weitere Zersetzung und Auflösung der Nahrungsstoffe, jedoch ist man über die Vorgänge dabei noch nicht genau orientirt. Hauptsächlich functioniren nun die Darmzotten und zwar auf folgende Weise. Der gesammte Epithelüberzug der Darmfläche incl. Zotten stellt sich als eine grosse, fein poröse, zarte Haut dar, durch welche Flüssigkeiten von innen nach aussen und von aussen nach innen hindurchzugehen vermögen; man bezeichnet diesen Durchtritt als Diffusion oder Osmose. Es findet sich in dem Zellbelag eine unendliche Menge feiner Porenkanälchen, durch welche Flüssigkeiten hindurchzutreten vermögen, dabei haben aber die durch die äusserste Zellschicht gebildeten Häute die Eigenschaft, nicht alle Stoffe nach jeder Seite hin gleich gut durchdringen zu lassen. Die gelösten Eiweisssubstanzen können z. B. leicht vom Darm aus nach innen durchdringen, jedoch vermögen dieselben dann nicht wieder von innen nach dem Darminnern auszutreten. Glaubersalz und Bittersalz veranlassen, wenn sie in den Darm gebracht werden, hinwiederum einen starken Austritt des Wassers aus dem Blute in das Darminnere, weshalb dieselben auch als Abführmittel gebraucht werden. Seite 36 erwähnten wir die Structur der Darmzotten und bemerkten, dass unter der Epithelschicht der Zotten ein enges Gefässsystem, sogenannte Capillaren, ausgebildet sei; dieselben liegen in einem Bindegewebe und umschliessen einen in der Achse der Zotten verlaufenden Längskanal, in welchem schliesslich der Speisesaft aufgesammelt wird, um weiter im Körper vertheilt zu werden. Den in die Zottenkanälchen ausgetretenen Speisesaft bezeichnet man fortan als Chylus.

Die Darmzotten-Kanälchen, welche auch wohl Chylus-Kanälchen genannt werden, vereinigen sich hinter den Zotten in den Darmwandungen zu einem weit verzweigten Röhrennetze, welches mit den später zu besprechenden Lymphgefässen in directer Verbindung steht

und durch diese dann in das Blutgefässsystem übergeführt wird. Ueber die Zusammensetzung von Chylus und Lymphe werden wir bei Besprechung der Blutflüssigkeit weiter berichten.

Nachdem nun im Dünndarm alle verdaulichen und aufgelösten Bestandtheile der Nahrung aufgesaugt worden sind, gehen die unverdaulichen Reste der Nahrung, welche alsbald anfangen, in Fäulniss zu gerathen, in den Dick- und Enddarm über, um dann durch den After nach aussen geschafft zu werden. Diese Excremente oder Fäces bestehen meist aus unverdautem Fleisch, Fett, Stärke, Pflanzentheilen, besonders Pflanzenfasern, sowie aus einer Anzahl unlöslicher Salze; es finden sich in ihnen verschiedene Säuren (Butter- und Essigsäure) und zwischen ihnen eine verschieden grosse Menge von Gasen, welche aus Stickstoff, Wasserstoff, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff und Kohlenwasserstoff zusammengesetzt sind. Die Speise verweilt durchschnittlich 4 Stunden im Magen, 2—3 Stunden im Dünndarm, 12 und mehr Stunden im Dickdarm, nach welcher Zeit dann die Fäces entleert werden.

Der Stoffumsatz im Körper. Die vom Darm gelösten Stoffe gehen in die Lymphe über und von dieser in das Blut, welches sie dann an alle Organe des Körpers hinführt; in den Organen werden sie von den Geweben weiter verarbeitet, zwar ein Theil derselben sofort als Nahrungsmaterial für die Gewebe und zur Erhaltung der Functionen der Gewebe benutzt, ein anderer Theil aber für später zu leistende Arbeit in den Zellen selbst aufgespeichert. In den verschiedenen Geweben des Körpers gehen nun je nach der Natur der Zellen derselben verschiedene Umwandlungen mit der Flüssigkeit, die aus dem Blute aufgenommen wird, vor sich: bestimmte Gewebe verarbeiten ausschliesslich die Eiweissstoffe, andere mehr die Fette, einzelne Gewebe scheiden Säuren aus, andere liefern Zellproducte, Kohlensäure und Wasser. Danach können wir ungefähr folgende Reihen aufstellen:

Es muss viel Sauerstoff und Wasser aufgenommen werden, es bildet sich im Körper aus denselben eine Reihe von organischen Säuren, es wird der grösste Theil dieser Säuren dann wieder in den Zellen verbraucht, d. h. mit Sauerstoff vermengt verbraucht oder oxydirt, dabei wird Kohlensäure und Wasserdampf als Verbrennungsproduct ausgeschieden, es werden Fette zurückgehalten. Ausserdem muss der Körper Stärke, Zucker und Fett haben; auch diese werden in einzelnen Zellen zu Säuren, Fettsäuren z. B., umgebildet, aus denen dann ebenso wieder Kohlensäure und Wasser durch Oxydation entsteht und andererseits Fett gebildet wird. Endlich werden

die als Eiweissstoffe benannten Nahrungsmittel in grossen Mengen eingeführt; aus denselben wird zum Theil Fett oder ein sogenanntes Kohlenhydrat (zu dem wir Stärke und Zucker u. a. zählen) gebildet, daneben aber eine grosse Anzahl von Stickstoffverbindungen, die für das Leben von höchster Bedeutung sind. Ein Theil des Fettes und der Stickstoffverbindungen wird nun sofort wieder im Körper durch die Arbeit, welche die einzelnen Zellen leisten, zersetzt, dabei bildet sich Kohlensäure, Wasser und Ammoniak, der grösste Theil der Eiweisskörper wird aber zurückgehalten als Reservematerial, um später erst weiter verarbeitet zu werden, d. h. es werden diese Materialien von der Zelle zersetzt, dabei entstehen dann Spaltungsproducte, welche wir als Harn, Schweiss u. s. w. bezeichnen. Ueber jene Umformungen des Blutes zu Secreten haben wir schon Seite 33 gesprochen.

Es findet also fortwährend Neubildung von organischer Substanz und Verbrauch von schon vorhandener statt. Wir bezeichnen dies als Stoffwechsel und wissen weiterhin, dass bei diesem Stoffwechsel auch Wärme entsteht, die eine Folge der chemischen Umsetzungen ist, welche in den Geweben vor sich gehen. (Weiteres siehe am Schluss der Besprechung des Excretionsapparates.)

B. Das Blut und das Blutgefässsystem.

Schon Seite 12 sind die Blutkörperchen, die rothen sowohl wie die weissen, besprochen worden. Wir haben im Folgenden nur noch ihre Functionen näher zu erörtern und uns über ihre Entstehung Aufschluss zu verschaffen. Es ist sicher, dass die rothen Blutkörperchen aus den weissen hervorgehen und dass beim Menschen besonders das Knochenmark die Umwandlungsstätte derselben ist. Die weissen Blutkörperchen bilden sich nun sehr zahlreich in besonderen Organen, welche wir als Lymphdrüsen zu bezeichnen pflegen.

Wenn der Speisebrei vom Darm aufgesogen worden ist, so bezeichnen wir ihn als Chylus. Derselbe stellt sich als eine helle, mattgefärbte Flüssigkeit dar, welche in weiten Räumen um den Darm herum sich ansammelt und schliesslich in die sogenannten Lymphdrüsen, besonders in die Milz, übertritt und sich daselbst mit weissen Blutkörperchen versorgt, woraufhin er als sogenannte Lymphe in den verschiedensten Organen des Körpers innerhalb eines eigenen Gefässsystems circulirt, um schliesslich in das rothe Blut direct überzutreten. Dieser Uebertritt erfolgt in der Nähe des Herzens, wie wir noch sehen werden, in eine der grossen Herzblutadern. Das

rothe Blut besteht nun aus dem flüssigen Blutwasser und den geformten Blutzellen. Beim Erkalten gerinnt ein gewisser Bestandtheil des Blutwassers (das Fibrin) und es tritt eine gallertige Beschaffenheit des Blutes ein, es bildet sich ein sogenannter Blutkuchen. Derselbe ist durch die zahlreich eingeschlossenen Blutkörperchen intensiv roth gefärbt. Wird das Blut gequirlt und mit Säure versetzt, so verhindert man dadurch die Entstehung dieses Kuchens, indem die einzelnen Fibrintheilchen auseinandergerissen werden und getrennt erstarren. In solch gequirltem Blut setzen sich allmählich die Blutkörperchen nach unten ab und die überstehende Flüssigkeit, das Blutserum, zeigt ihre charakteristische Färbung. Wenn wir uns nun die rothen Blutkörperchen genauer ansehen, so finden wir, dass an dieselben ein Stoff gebunden ist, welcher die Eigenthümlickeit besitzt, Sauerstoff und Kohlensäure aufzunehmen und diese beiden Gase unter Umständen gegeneinander auszutauschen. Wenn das Blut durch den Körper strömt, wird von den Blutkörperchen Kohlensäure aufgenommen und Sauerstoff an die Gewebe abgeschieden, wenn das Blut aber durch die Lunge hindurchgeht, so nimmt es, wie wir noch sehen werden, Sauerstoff auf und gibt Kohlensäure ab. Der eigenthümliche Stoff, welcher diese Anziehungskraft für die Gase besitzt, ist von den Chemikern mit dem Namen *Hämatin* oder *Hämoglobin* bezeichnet worden. Derselbe wird durch Spuren von Eisensalzen, welche sich in ihm befinden, lebhaft roth gefärbt; auch sonst kann man ihn isoliren und seine Zusammensetzung ziemlich genau studiren. Uns interessirt hier nur die ihm eigene, oben besprochene Eigenschaft. Im gesammten Blute kommt er ungefähr zu 12—15 Procent vor.

Das Blut hat aber ausser dieser noch andere Functionen auszuüben, es hat sämmtliche Gewebe und Organe des Körpers zu ernähren und die verbrauchten, untauglichen Bestandtheile aus den Geweben mit fortzuschlemmen und in bestimmten Organen abzuscheiden. Solche Organe, in denen die untauglichen Stoffe ausgeschieden werden, sind ausser den Lungen besonders die Nieren und zum kleinen Theil die Schweissdrüsen der äusseren Haut. Vom Darme aus wird dem Blute fortwährend neues Nahrungsmaterial zugeführt, dasselbe wird nach den einzelnen Körperzellen hintransportirt und dort entweder aufgespeichert oder sofort verarbeitet. Das aufgespeicherte Material in den Geweben wird besonders während der Ruhepausen, die der Körper haben muss, umgesetzt und zu Gewebsmaterial verarbeitet. Alle diese Verhältnisse hat nun der Blutstrom zu reguliren. Wir finden denselben daher auch in allen Organen

weit verbreitet und möglichst gleichmässig entwickelt. Da das Blut nun an keiner Stelle des Körpers lange Zeit verweilen darf, so muss ein Apparat vorhanden sein, welcher dasselbe fortwährend in Bewegung erhält, der es in die verschiedenen Körpertheile hineintreibt und schliesslich aus diesen Körpertheilen wieder zurücknimmt. Diesen Apparat bezeichnen wir als Gefässsystem. Da aber der Druck, welcher die Blutflüssigkeit durch alle die fein verzweigten Kanälchen treibt, ziemlich stark sein muss, so finden wir ein eigenes Pumporgan, das Herz, welches als Bewegungscentrum für die ganze Blutmasse dient. Die gesammte Blutmenge, welche vom Herzen bewegt werden muss, beträgt beim erwachsenen Menschen ungefähr ein Dreizehntel bis Vierzehntel seines Körpergewichts, bei einem 70 Kgrm. schweren Körper also ungefähr 5 Kgrm. Gehen beträchtliche Mengen dieses Blutes verloren, so tritt der Tod unter Umständen durch sogenannte Verblutung ein.

Das Herz allein genügt aber nicht, um den Kreislauf des Blutes im Körper zu unterhalten, sondern es müssen sich neben diesem Pumpapparat auch noch eine Anzahl von Röhren vorfinden, welche theils das Blut vom Herzen in den Körper treiben, theils das unreine Blut vom Körper wieder zum Herzen u. s. w. zurückführen. Diese Röhren sind die Blutgefässe, die Adern. Sie gehen vom Herzen mit mehreren grossen Stämmen aus. Diese Stämme verzweigen sich dann sehr bald wie die Aeste eines Baums in den verschiedenen Organen unseres Körpers. Die letzten Verzweigungen dieser Adern vertheilen sich endlich zu einem ganz zarten und weit ausgedehnten Netze, dem sogenannten Haargefässsystem (Capillaren). Aus diesem führt dann wieder eine Anzahl von kleineren Aestchen heraus, welche sich nach und nach zu immer grösseren Adern vereinigen und schliesslich auch wieder zum Herzen mit einigen grossen Stämmen zurückkehren. Die Adern, welche das Blut ans dem Herzen in den Körper führen, nennen wir Schlagadern oder Arterien, diejenigen, welche es aus dem Körper zum Herzen zurückleiten, nennen wir Blutadern oder Venen. Die feinen Gefässe, welche zwischen Arterien und Venen eingelagert sind, bezeichnen wir als Haargefässe oder Capillaren.

Das Herz.

Die Lage des Herzens ist im Brustraume des Körpers. Es liegt ziemlich genau unter dem Brustbeine zwischen den Lungen, ist aber so gestaltet, dass seine untere Spitze etwas nach links gebogen ist. In seiner allgemeinen Form ist es ungefähr kegelförmig. Die Spitze

liegt nach unten, der breite Theil nach oben. Wenn wir es ganz allgemein auf seinen Bau hin betrachten, so finden wir, dass es aus kräftigen Muskeln besteht, welche vier Höhlen umschliessen, in welche die Blutgefässe hineinmünden. Diese vier Höhlen dienen dazu, das Blut in grösseren Mengen zu sammeln und in die verschiedenen Körpertheile überzuleiten. Da besonders von der linken unteren Hälfte aus das Blut in den Körper hineingetrieben wird, so finden wir, dass sich diese vor den andern Herztheilen durch kräftigere Musculatur auszeichnet.

Die vier Hohlräume bezeichnet man gewöhnlich als Kammern, die beiden oberen als Vorkammern, die beiden unteren als Herzkammern. Während die Vor- und die Herzkammern jederseits verbunden sind, zeigen sich die Kammern der linken und rechten Herzhälfte vollständig voneinander getrennt. Aus der linken Herzkammer strömt das Blut in den Körper, von diesem geht es schliesslich zurück in die rechte Vorkammer, von hier aus in die rechte Herzkammer, dann zur Lunge und von der Lunge zurück zur linken Vorkammer (s. Seite 53). Um nun zu verhüten, dass das Blut aus der linken Herzkammer z. B. in die linke Vorkammer zurück-

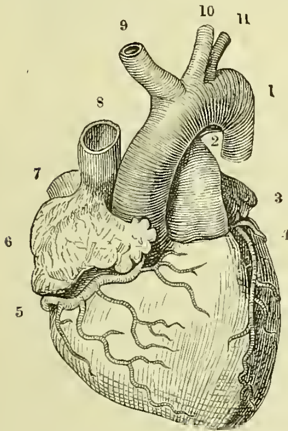


Fig. 12.

Herz im Zustande der Zusammenziehung, von vorn gesehen. 1 Aortenbogen, 3 linkes Herzohr, 6 rechtes Herzohr, nach unten zu setzt sich der rechte Herzkammertheil fort, 7 Ende der inneren Hohlvene, 8 Ende der oberen Hohlvene, 9 namenlose Arterie, 10 linke Kopfschlagader, 11 linke Armschlagader. (Krause, Anat.)

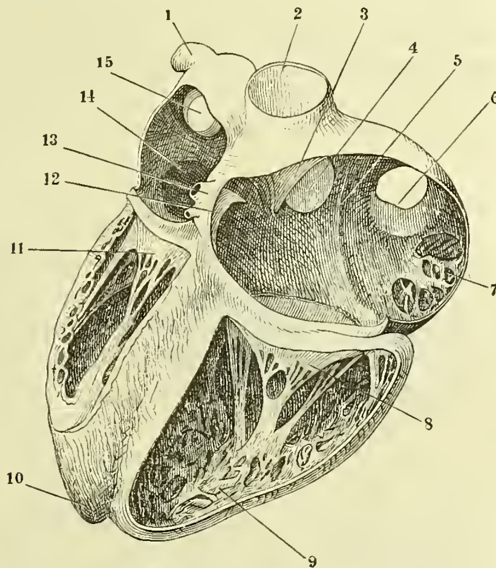


Fig. 13.

Herz, von dem die Wandungen zum Theil entfernt sind. 1 linke Lungenvene, 2 Einmündungsstelle der grossen inneren Hohlvene, 6 untere Hohlvene, 7 rechtes Herzohr, 8 Klappe der rechten Herzkammer, man sieht die Faserstränge, welche von der Klappe nach dem unteren Theile der Herzkammer hinführen; 10 Spitze der linken Herzkammer, 11 Klappe in derselben, 15 durchschnittene linke Lungenvene. (Krause, Anat.)

tritt, und ebenso um zu verhüten, dass auf der rechten Herzseite das Blut aus der Herzkammer in die rechte Vorkammer übertritt, sind Klappenventile angebracht, welche sich auf der Grenze zwischen den Kammern einer jeden Seite finden und sich bei der Blutbewegung öffnen und schliessen, je nachdem dies nöthig erscheint. Von der rechten Vorkammer geht in die rechte Herzkammer ein dreizipfliges Ventil hinab, dasselbe besteht aus Bindegewebsplatten, die in drei Zipfel nach innen auslaufen, welche Zipfel hinwiederum durch Musculatur und Sehnen am Boden der Herzkammer befestigt sind. Wenn sich also die Herzkammer erweitert, so strömt das Blut zwischen diesen Zipfeln aus dem Vorhof ein; zieht sich die Herzkammer zusammen, so legen sich die Zipfel eng aneinander und gestatten dem Blute nicht, in den Vorhof zurückzukehren, wohl aber geht das Blut dann durch ein Gefäss aus dieser Herzkammer in die Lunge über. Um nun weiterhin zu verhindern, dass das Blut bei Ausdehnung der Herzkammer aus diesem Blutgefässe wieder zurückströmt, finden sich in demselben ebenfalls Klappen, deren freie Enden aber von der Herzkammer abgekehrt sind und sich zusammenlegen, sowie sich das Herz ausdehnt.

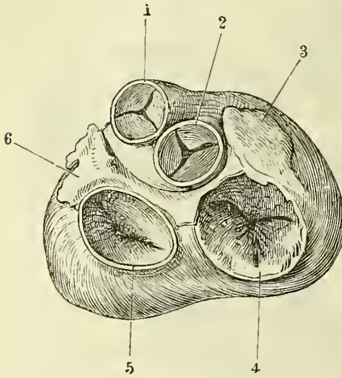


Fig. 14.

Klappen im Herzen auf einem Querschnitt durch das Herz gesehen. 1 Klappen in der Lungenschlagader, 2 Klappen in der Aorta, 4 Klappe, welche zur rechten Herzkammer führt, 5 Klappe, welche in die linke Herzkammer führt, 3 rechtes Herzohr, 6 linkes Herzohr. (Krause, Anat.)

Ganz ebenso verhält es sich mit der linken Herzseite. Auch hier wird der Vorhof von der Herzkammer durch eine in die letztere vorspringende Klappe abgegrenzt. Diese Klappe ist jedoch nicht dreizipflig, sondern zweizipflig, bischofsmützenförmig (daher die Bezeichnung Mitralklappe). Die freien Ränder dieser Zipfel werden auch wieder durch starke Bänder mit der Herzmusculatur verbunden und an derselben befestigt. Aus der linken Herzkammer führt ebenfalls wieder die grosse Körperschlagader herauf, und um nun zu verhüten, dass aus dieser das Blut eventuell zurückströme, ist auch in ihr eine dreizipflige Klappe angebracht, deren Ränder von der Herzkammer abgekehrt sind und sich zusammenlegen, wenn der Blutstrom zurückkehren will.

Auf dem Herzen sieht man ausserdem noch Blutgefässe, welche die Herzmusculatur selbst ernähren, und weiterhin eine Anzahl von Nervenfasern verlaufen. Das ganze Herz ist in einen Bindegewebsbeutel,

den sogenannten Herzbeutel eingehüllt, welcher mit Flüssigkeit gefüllt ist und beim Schlagen des Herzens die Reibung verringert. Der Herzmuskel steht nicht unter dem Willen des Menschen, sondern er bewegt sich ohne unser Zuthun fortwährend. Wir bezeichnen diese Bewegung als Schlagen.

Das Herz functionirt, wie schon erwähnt, als Druckpumpe, es wird in ganz bestimmten Zwischenräumen dadurch entleert, dass sich die Herzmusculatur zusammenzieht (Systole), dann füllt sich das Herz wieder, indem sich die Musculatur erweitert, und diesen Zustand der Ausdehnung bezeichnen wir als Diastole. Diese Bewegungen wiederholen sich bei Erwachsenen durchschnittlich 65—75 mal in der Minute. In Fieberzuständen können die Herzschläge aber auf das Doppelte steigen. Da die Mitte des Herzens und ein Theil der linken Herzhälfte in der linken Brusthöhlenseite liegt, so fühlen wir die Herzstösse (welche jedesmal bei der Systole auftreten) in der linken Brustseite.

Der Kreislauf.

Aus der linken Herzkammer tritt das Blut durch die grosse Körperschlagader in den Körper hinein und kommt dann durch die Körpervene wieder zur rechten Vorkammer des Herzens zurück. Man bezeichnet diesen Kreislauf als den grossen, denn durch ihn wird der grösste Theil sämmtlicher Organe mit Blut versorgt und ernährt. Daneben findet aber noch ein weiterer Kreislauf statt, welcher gesondert von diesem ersteren das Blut durch die Lungen treibt, hier wird dem Blute die Kohlensäure entzogen und der Sauerstoff beigemischt. In die Lunge tritt das aus der rechten Herzkammer strömende Blut ein, also jenes Blut, welches durch die grosse Körpervene zunächst in die rechte Vorkämmer gebracht wurde und aus dem Körper zurückkehrte. Aus den Lungen kommt dann das Blut durch die Lungenblutadern wieder heraus und tritt in die linke Vorkammer über, um von hier aus in die linke Herzkammer zu gelangen und dann wieder in den Körper hineingepumpt zu werden. Diesen Lauf des Blutes durch die Lungen bezeichnet man als kleinen Kreislauf.

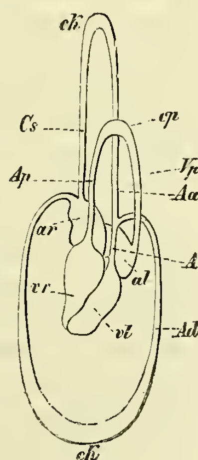


Fig. 15.
Schema des Blutkreislaufs. (Wundt.)

Das kohlensäurereiche Blut, welches in die rechte Vorkammer

strömt und durch die aus der rechten Herzkammer kommende Arterie zu den Lungen geführt wird, bezeichnet man als venöses. Das Blut, welches durch die Lungenvene zur linken Vorkammer und dann aus der linken Herzkammer durch die Arterie in den Körper geschafft wird (welches also sauerstoffreich ist), bezeichnet man als arterielles. Daher kommt es, dass die Lungenarterie venöses Blut und die Lungenvene arterielles Blut führt.

Die Schlagadern des grossen Kreislaufs.

Allgemeiner Bau derselben. Die Schlagadern führen aus den Herzkammern das Blut in den Körper über. Aus der rechten Herzkammer gelangt es in die Lunge, aus der linken hingegen in alle übrigen Organe. Da nun der Widerstand, welcher dem anströmenden Blute entgegengesetzt wird, ziemlich bedeutend ist, so müssen die Schlagadern eine verhältnissmässig kräftige Wandung besitzen. Wir finden denn auch, dass dieselbe von zahlreichen Muskeln gebildet wird, welche theils ringförmig um sie herum verlaufen, theils als Längsfasern auftreten. Sowie das Blut in die Schlagadern eingetreten ist, contrahiren sich dieselben auch noch etwas und treiben das Blut so durch das Capillarnetz hindurch. Im Innern werden die Schlagadern sowohl wie die Blutadern von einem Zellüberzug ausgekleidet, welcher vollständig zusammenhängt und als Endothel bezeichnet wird.

Nach dem Tode ziehen sich die Muskeln der Schlagadern zusammen, das Blut wird aus ihnen verdrängt und infolge dessen erscheinen sie blutleer.

Verfolgen wir nun die Schlagadern, welche aus dem Herzen herauskommen, so haben wir diejenigen der linken Herzkammer von denen der rechten vollständig zu trennen. Aus der linken Herzkammer entspringt die sogenannte Aorta, welche beim Erwachsenen ungefähr 32 Mm. Durchmesser besitzt. Aus ihr zweigen sich nach und nach alle die andern Schlagadern des Körpers mit Ausnahme der der Lungen ab. Sie liegt mit ihrem Anfangstheile vor der Wirbelsäule, ungefähr an der Ansatzstelle der fünften rechten Rippe, steigt dann bogenförmig nach oben, windet sich zwischen der dritten Rippe herum und geht dann an der linken Seite der Wirbelsäule gerade nach unten, spaltet sich in der Hüftengegend in ein Paar grosse Stämme, welche zu den unteren Extremitäten gehen. Von dem Bogentheile, dem sogenannten Aortenbogen (*Arcus aortae*), gehen nach oben zu einige grössere Schlagadern ab. Zwei grosse steigen als rechte und linke Kopfschlagadern durch den Hals zum Kopfe und zu den

verschiedenen Organen desselben hinauf, man kann sie rechts und links neben der Luftröhre leicht durchfühlen. Sie führen Blut dem Kopfe zu, gleichzeitig wird durch die innere Kopfschlagader besonders die Augengegend und der mittlere Gehirntheil mit Blut versorgt. Weiterhin geht von dem Aortenbogen die linke Schlüsselbeinschlagader ab, welche in die obere Extremität, zum Theil aber auch nach dem Gehirn und Rückenmark Blut hinführt. In der Brusthöhle versorgt die Schlüsselbeinschlagader den Herzbeutel und zum Theil die Luft- und Speiseröhre, dann gibt sie die Wirbelsäulenarterie ab, darauf die Brustarterie und einen Theil der Rippenhalsarterien, im Ganzen neun kleinere Stämme. Ein jeder dieser Stämme theilt sich selbstverständlich wieder in eine grössere Anzahl von kleineren Schlagadern, welche nach und nach an die verschiedensten Organe herantreten. Schliesslich verlaufen noch grössere Schlagadern durch die Achselhöhle und dann wieder in die Arme hinein. Man hat die Achselschlagader nur als Fortsetzung der Schlüsselbeinschlagader zu betrachten; ihre Fortsetzung wird hinwiederum als Armschlagader bezeichnet. Von dem Achseltheile dieser Schlagader geht noch weiterhin eine Arterie an die Brust- und Schultergegend. Die Armschlagader theilt sich sehr bald in eine grössere Anzahl von einzelnen Gefässen, besonders aber in die beiden Hauptstämme, die tiefe und die oberflächliche Armschlagader, schliesslich durch Spaltung im Vorderame in die Speichen- und Ellenarterie.

Auf der Strecke, welche die Aorta in der Brust- und Bauchhöhle senkrecht nach unten gehend durchläuft, gibt sie an die inneren Organe einige grössere Gefässe ab. In der Brust gehen kleine Arterien an die Luftröhre und die Speiseröhre, sowie an die Rippen. Diese Rippenarterien gehen paarweise zwischen je zwei Brustwirbeln seitlich ab und verlaufen dann innerhalb der Musculatur zwischen je zwei Rippen. In der Bauchhöhle gehen von der herabsteigenden Arterie Stämme an das Zwerchfell und dann ein grosser Stamm an die im oberen Theile der Bauchhöhle gelegenen Organe. Dieser Stamm gabelt sich gar bald in eine grössere Anzahl von kleineren Arterien, welche an den Magen, an den Zwölffingerdarm, an die Leber- und Gallenblase, an die Milz und Bauchspeicheldrüse herangehen. Weiterhin finden wir eine Gekrösschlagader, welche den Dünndarm und den Zwölffingerdarm, den Blind- und Grimmdarm versorgt. Eine untere Gekrösschlagader geht mit Aesten an den Grimmdarm und Mastdarm. Die Nieren werden von einem Arterienpaare versorgt, welches unter rechten Winkeln von

der Arterie abgeht; ebenso verlaufen auch kleinere Arterien an die inneren Geschlechtsorgane innerhalb der Lendenregion und im Becken.

Wie schon erwähnt wurde, gabelt sich die Arterie in der Hüftgegend in zwei Stämme, welche sich nach kuzem Verlaufe noch innerhalb des Beckens je wieder gabeln und nun mit Endverzweigungen aus diesen jederseitigen zwei Stämmen, den vorderen und hinteren, in die untere Extremität und an die inneren Beckenorgane, sowie an die äusseren Geschlechtsorgane herantreten. Der weitere Verlauf dieser Aeste ist ziemlich complicirt und können wir denselben nur in wenigen kurzen Zügen hier mittheilen. Vom hinteren Aste geht die Hüftlendenarterie ab, welche besonders die in der Lendenregion gelegenen Muskeln versorgt. In der hinteren Beckenwand vertheilen sich die beiden seitlichen Kreuzarterien und schliesslich geht ein Ast nach dem Hüftbeinloche und tritt in die Musculatur des Oberschenkels ein. Von dem vorderen Zweige der Beckenschlagader gehen grössere Gefässe nach der äusseren Hüftgegend an das Darmbein und Hüftgelenk, an die Muskeln des Oberschenkels und des Gesässes, dann nach der Nabelgegend an die Harnblase, an die verschiedenen Theile des Geschlechtsapparates und an den Enddarm und After.

Aus dem vorderen Zweige der sich im Becken gabelnden Hüftschlagader entwickeln sich nach und nach die Gefässe der unteren Extremität kurz vor ihrem Austritte.

Aus dem Becken entsendet die äussere Hüftschlagader einige Gefässe an die vordere Bauchwand und an die dieser anliegenden Organe. Der Hauptstamm geht als 9 Mm. dicke Oberschenkelschlagader in der Leistengegend zum Oberschenkel heran und gibt daselbst nach und nach an die verschiedenen Muskeln und an die Knochen eine grössere Anzahl von Gefässen ab. Die Oberschenkelschlagader setzt sich in die Kniekehlenschlagader fort, welche dann die zum Knie gehörigen Partien versorgt. Der Unterschenkel und der Fuss werden endlich von Arterien durchzogen, welche aus zwei Stämmen bestehen, aus der vorderen Schienbeinschlagader und aus der hinteren. Die vordere Schienbeinschlagader läuft an der Aussenseite des Schienbeins entlang, geht mit ihrem Hauptstamme über die Oberseite des Fusses hin und entsendet von den Seiten Gefässstämmchen an die umliegende Musculatur, an die Fusswurzelpartie und an die Zehen, besonders ist es die obere Seite dieser Theile, welche von ihr mit Blut versorgt wird. Die hintere Schienbeinschlagader geht an den Wadentheil, entsendet Aestchen

in die Ferse, versorgt die Fusssohle und schliesslich den seitlichen und unteren Theil der Zehen.

Wir sehen also, dass das Blut durch eine grosse Anzahl von Gefässen in die einzelnen Organe des Körpers übertritt. In diesen Organen wird nun selbstverständlich der Lauf der Gefässe ein viel complicirterer, denn sie lösen sich, wie bekannt, in eine grosse Anzahl von kleinen Aestchen und schliesslich in die Capillarnetze auf. Betrachten wir das Blut, wie es aus dem Herzen kommt und durch die Arterie in den Körper hineingeht, so finden wir, dass es von einer ganz hellrothen Farbe ist. Diese Farbe rührt daher, dass das Blut kurz vorher aus den Lungen gekommen war und sich dort mit Sauerstoff, welchen das Lungenblut aus der Athemluft entnahm, vollgesogen hatte. Diesen Sauerstoff gibt es nun innerhalb der Capillarnetze an die verschiedenen Theile des Körpers ab, die Gewebe und Zellen dieser Theile nehmen den Sauerstoff begierig auf und übermitteln dem Blute an Stelle des Sauerstoffs die bei der Lebensthätigkeit producirte Kohlensäure, welche nun in das Blut übertritt und aus dem Blute schliesslich in den Lungen entfernt werden muss. Wir finden daher, dass in den Capillarnetzen das Blut anfänglich noch hellroth und sauerstoffreich ist, dass es aber bald mit dem Sauerstoffe seine helle Farbe einbüsst und schliesslich dunkel- bis blauroth wird, dann aber auch schon wieder aus den betreffenden Organen heraustritt und sich nun in mehreren anfänglich kleinen Aestchen sammelt. Diese kleinen Gefässe treten zu mehreren zusammen und bilden grössere Stämmchen, welche sich nun auch wieder zu immer grösseren vereinigen, um schliesslich in einigen Hauptstämmen nach dem Herzen hinzuströmen.

Die Blutadern des grossen Kreislaufs.

Die Blutadern führen, wie wir gesehen haben, das Blut aus dem Körper nach dem Herzen zurück und zwar münden dieselben schliesslich mit zwei grossen Stämmen in den rechten Vorhof ein. Da in den Blutadern der Druck nicht beträchtlich ist, das Blut unter Umständen das Bestreben hat, wieder zurückzufliessen, so bemerken wir, dass von den Wandungen der Blutadern in das Innere derselben eine grosse Anzahl von Klappen vorspringt, welche zum Theil doppelt nebeneinander liegen, zum Theil aber auch einfache Vorsprünge der Wandung darstellen. Diese Klappen liegen mit ihren freien Enden in der Richtung des Blutstroms. Wenn derselbe nun Stauungen erfährt und zurücktreten will, so schliessen sie sich ventilartig und verhindern auf diese Weise den Rücktritt des Blutes. Man

bezeichnet die Klappen als Blutaderklappen oder Venenklappen. Wenn wir ausserdem die Wandung der Blutadern betrachten, so finden wir, dass dieselbe bedeutend dünner und weniger musculös ist als diejenige der Arterien, deshalb sind in der Leiche auch hauptsächlich nur die Blutadern mit Blut gefüllt und deshalb heilt ein Schnitt in diese Gefässe verhältnissmässig leicht, während das Blut aus einer verletzten Arterie mit ziemlicher Kraft hervorspritzt.

In die linke Vorkammer des Herzens münden nun zum Theil die Kranzadern des Herzens, welche das Blut aus der Herzmusculatur überführen, dann aber vor allen die beiden grossen Körperblutadern, welche wir als Hohlvenen bezeichnen.

Die obere Hohlvene (*Vena cava superior*) geht mit einer leichten Krümmung von hinten nach vorn in das Herz über, sie empfängt ihr Blut aus den Venen des Kopfes, des Halses, der oberen Extremität und der Brustkorbwand. Aus dem Kopfe führt zum Herzen die gemeinschaftliche Drosselblutader, welche durch die innere Drosselvene Blut aus dem Kopfe erhält, besonders aus den verschiedenen Theilen des Gehirns, aus den Kopfknochen, aus dem Augentheile, aus dem Gehörgange, vom Schlundkopfe und der Zunge. Die gemeinschaftliche Gesichtsblutader bringt das Blut aus dem vorderen Gesichtstheile, aus der Kopfhaut und den Kopfmuskeln in die gemeinschaftliche Drosselblutader. Das Blut aus der Halsregion wird durch die äusseren Drosselvenen und die oberflächlichen Halsvenen, sowie durch die tiefen Halsvenen und die Halswirbelvene der oberen Hohlvene zugeführt. Aus der oberen Extremität kommt die Schlüsselbeinvene als Stamm heraus, sie nimmt die Blutader des Armes, die tiefen und die oberflächlichen, sowie die in die letzteren übergehenden Venen der Hand und der Finger auf, endlich auch noch diejenigen der hinteren und oberen Schulterblattgegend und einiger Nackenmuskeln. Aus der Brustwand kommen die Venen von den Brustmuskeln und den Brüsten und dann die aus der Schilddrüse und aus den oberen Zwischenrippenräumen, sowie aus dem Zwerchfelle und aus den hinteren Zwischenrippenräumen. Ebenso münden in diese letztere die Venen von den beiden Flächen der Wirbelsäule und den Muskeln und der Haut des Rückens. In die obere Hohlvene treten nun endlich einige Venen des Wirbelkanals ein, welche zum Theil aus dem Rückenmark entspringen, zum Theil aber auch ihr Blut aus den Wirbelknochen erhalten. Die aus dem Zusammentritt der Drossel- und Schlüsselbeinvenen entstehenden Venenstämme, welche in das Herz überführen, bezeichnet man als namenlose Venenstämme (*Vena anonyma*).

Die untere Hohlvene (*Vena cava inferior*) führt das Blut aus den unteren Extremitäten, der Beckengegend, den Nieren, der Lendenregion und aus der Leber in das Herz über. Die Nierenblutadern setzen sich schliesslich aus jederseits 3—5 Venen zusammen, welche sich je zu einem einfachen Stamme vereinigen, der sich ungefähr in der Mitte der Nierenhöhe in die untere Hohlvene ergiesst; ebenso kommt das Blut aus den Nebennieren durch mehrere Stämmchen zum Theil in die untere Hohlvene, zum Theil in die linke Nierenvene. Von den Geschlechtsorganen treten die Venen ebenfalls wieder zu einigen Stämmen zusammen, von denen der rechte in die Hohlvene, der linksseitige in die linke Nierenvene einmündet. Dieselben nehmen gleichzeitig auch Blut aus dem Bauchfell und aus den Nierenhäuten auf. Die gemeinsamen Hüftblutadern erhalten ihr Blut aus den unteren Extremitäten und aus der Beckenregion, sie treten neben der unteren Gabelung der Aorta nebeneinander in die untere Hohlvene ein und begleiten, wie die meisten Venen, die Hauptarterienstämme ihres Bezirkes; sie führen das Blut, welches die letzteren in den verschiedenen oben besprochenen Stämmen der unteren Extremität zugeführt haben, wieder zum Herzen zurück. Man kann sie trennen in die tiefen Schenkelblutadern und in die oberflächlichen Hautblutadern. Die letzteren sind äusserlich an der unteren Extremität als kleine und grosse Rosenader leicht sichtbar. Die letztere verläuft an der Innenseite der Beine von den Zehenspitzen bis zur Leistengegend hinauf. In ihr entstehen durch Blutstauungen die sogenannten Krampfadererscheinungen, welche so sehr häufig vorkommen und mannigfache Beschwerden erzeugen.

Die Beckenblutadern empfangen das Blut aus dem Enddarme. Staut sich in diesen Gefässen der Blutstrom, so treten die Erscheinungen der sogenannten Hämorrhoiden auf. Weiterhin strömt in die Beckenblutader das Blut aus den Venen der Blase und aus dem äusseren Geschlechtsapparate, sowie aus der Scheide und dem Uterus des Weibes.

Man hat noch ein Blutadersystem unterschieden, welches innerhalb der Leber und der anliegenden Organe verläuft, und bezeichnet es als Pfortaderkreislauf. Die Pfortader repräsentirt einen Venenstamm, welcher sich aus den Blutadern des Magens, des Gekröses, der Milz und der verschiedenen Darmtheile zusammensetzt. Der Hauptstamm dieser Pfortadervene theilt sich zwischen den Leberlappen in zwei Stämme, welche sich in den rechten und in den linken Lappen mit einzelnen Aesten versenken. Schliesslich verzweigt sich diese Vene fein baumförmig innerhalb der Lebersub-

stanz. Man bezeichnet die letzten Verzweigungen als Venen der Leberläppchen-Zwischensubstanz. Innerhalb der Leberläppchen entstehen dann die Leberblutadern, welche zum Theil direct in die untere Hohlvene einmünden, sich zum grösseren Theil aber in ungefähr zehn kleineren Aestchen sammeln, die endlich zu zweien bis dreien zusammentreten und so aus der Lebersubstanz hervorkommen und in die untere Hohlvene eintreten. Die Leberblutadern leiten das Blut, welches durch die Leberarterie und die Pfortader in die Leber übergeführt wurde, aus dieser schliesslich wieder zum Herzen zurück.

Der Lungenkreislauf.

Aus dem Herzen und zwar, wie schon erwähnt wurde, aus der rechten Herzkammer strömt das Blut durch die gemeinsame Lungenarterie nach oben. Diese Arterie theilt sich dann in einen rechten und einen linken Hauptast, welche an die Lungen herantreten und sich schliesslich in diesen verzweigen. Innerhalb der Lungenwandung lösen sie sich in ein feines Capillarnetz auf, welches, wie wir noch sehen werden, dazu bestimmt ist, den Gasaustausch in dem Blute zu veranlassen. Es führt aus diesem Capillarnetz wieder eine Anzahl von kleinen Venenästchen heraus, dieselben vereinigen sich nach und nach zu einigen grösseren Aesten und gehen schliesslich durch die vier Lungenvenen, von denen auf jede Seite zwei kommen, zum Herzen zurück. Diese Lungenvenen führen das sauerstoffreiche Blut in den linken Vorhof des Herzens, von wo es dann in die linke Herzkammer kommt, um von hier aus in den Körper hineingepumpt zu werden.

Lymphgefässe.

In den Körperarterien und Körpervenen ist nur Blut enthalten, welches die rothen Blutkörperchen in kolossaler Anzahl enthält, daneben finden wir aber noch ein Gefässsystem, welches ziemlich unabhängig von dem oben besprochenen Gefässapparate verläuft und in welchem sich eine Flüssigkeit bewegt, die keine rothen Blutkörperchen enthält, dafür aber sehr stark mit weissen Blutkörpern erfüllt ist. Wir bezeichnen dies Gefässsystem als Saugader- oder Lymphgefässapparat. Er ist für den Körper in zweierlei Weise von grosser Wichtigkeit, einestheils nimmt er aus dem Darme die in demselben zubereitete verflüssigte Speise auf, andererseits saugt er aus den Geweben in den verschiedenen Organen des Körpers den Ueberschuss an Nahrungsmaterial wieder auf und führt ihn zum Herzen zurück.

Wir unterscheiden nun Hauptlymphgefässstämme, Lymphdrüsen und sogenannte Lymphnetze. Die Hauptstämme des Lymphgefäss-

systems verlaufen in der Brusthöhle neben der herabsteigenden Aorta. Es fliessen drei Stämme zu dem sogenannten linken Milchbrustgange zusammen, sie erhalten die Lymphe aus den unteren Extremitäten, dem Becken, den Geschlechtsorganen, den Bauchwänden und vom Darmkanal. Die Lymphgefässe, welche vom Darmkanal kommen, führen ausser der reinen Lymphe noch den von den Darmzotten (vergleiche bei Verdauungsapparat S. 46) aufgenommenen Speisesaft (Chylus). Der Hauptstamm des Lymphgefässsystems, in welchen noch der rechte Saugaderstamm hineinmündet, ergiesst seinen Inhalt in den Anfang der Vena anonyma (siehe S. 59). Der eben erwähnte rechte Saugaderstamm führt die Lymphe von der rechten oberen Körperhälfte dem Hauptstamme zu.

In den Verlauf der Lymphgefässe sind sogenannte Lymphdrüsen eingeschaltet. Dieselben liegen in den verschiedenen Theilen des Körpers, im Gesicht, hinter den Ohren, unter dem Unterkiefer, im Halse, in der Achselhöhle, im Innern des Körpers, also in der Becken- und Bauchhöhle, zwischen den Eingeweiden, endlich in der Leistengegend u. s. w. In ihnen sammelt sich die Lymphe, um sich hier mit gebildeten Lymphkörperchen anzufüllen und dann im Körper weiter zu circuliren.

Die grösste Lymphdrüse des Körpers ist die Milz, welche in der linken Körperhälfte neben dem Magen und unter dem Zwerchfelle gelegen ist. Sie besteht aus einem weichen Gewebe, das von einer starken durchscheinenden Haut, der sogenannten Milzkapsel, umgeben wird. Von dieser Kapsel springen nach innen zahlreiche Lamellen und Balken hinein, welche das Milzgewebe vollkommen durchziehen, sich mit den Gefässen vereinigen und auf diese Weise ein Netzwerk bilden, innerhalb dessen die Arterien und die Venen zu Capillarnetzen zusammentreten und in welchen sogenannte Lymphfollikel in grosser Anzahl vorhanden sind.

Die Flüssigkeit, welche im Lymphgefässsystem circulirt, bezeichnen wir als Lymphe. Dieselbe stellt sich als mattgefärbte Flüssigkeit dar, in welcher die schon früher besprochenen Lymphkörperchen in grosser Anzahl vorhanden sind. Die Lymphe ersetzt das verbrauchte Blut, indem sie sich durch die vom Darm aufgenommenen Speisesäfte stets erneuert und diese Säfte weiter in den Lymphdrüsen verarbeitet und dann durch die Lymphbahn dem Herzen zuführt. Gleichzeitig wird ein jeder Ueberschuss, den die Gewebe des Körpers an Blutflüssigkeit erhalten, in die Lymphbahn zurückgeführt und der Lymphe beigemengt. Der Speisebrei, welcher von den Darmzotten aufgesaugt wird, fliesst in einem um den Darm herum

gelegenen engen Kanalsystem zusammen. Es sind dies die sogenannten Speisesaft- oder Chylus-Gefässe, welche sich bald mit Lymphgefässen vereinigen, worauf dann der Speisesaft innerhalb der Lymphdrüsen vollständig zu Lymphe verarbeitet wird; gleichzeitig werden ihm hier die typischen Lymphzellen beigemengt.

Aus den Lymphzellen scheinen nun verschiedene Gewebe und Zellen des Körpers hervorzugehen, vielleicht entwickelt sich aus ihnen eine Anzahl von Bindegewebselementen, sicher aber gehen aus ihnen die rothen Blutkörperchen hervor. Es findet die Umwandlung der Lymphzellen oder weissen Blutkörper in die rothen Blutkörperchen innerhalb des Knochenmarkes statt, und hier haben wir die interessante Erscheinung, dass eine Zelle, welche vorher ohne feste Gestalt war und welche das Vermögen besass, frei im Körper umherzuwandern, nun plötzlich ihre Eigenschaften vollständig ändert und in eine Form übergeht, welche sich von ihr sowohl durch die Gestalt als auch durch ihre Eigenschaften vollständig unterscheidet. Für den Körper sind die Lymphzellen oft auch verhängnissvoll, weil sie an einzelnen Stellen des Körpers, welche zufällig krank sind, die Krankheitsstoffe oder die Krankheitserreger in sich aufnehmen und nach andern Körpertheilen verschleppen, sie hier absetzen und auf diese Weise neue Krankheitsherde erzeugen. Besonders werden jene niedrigen Pilze, die Bacterien, von Lymphzellen gern aufgenommen und nach andern Körpertheilen verschleppt. Die Eiterkörperchen, welche sich in eiterigen Wunden, bei Geschwüren u. s. w. oft in so kolossaler Menge entwickeln, sind weiter nichts als umgewandelte Lymphzellen, die sich oftmals dort, wo sie zur Ablagerung gelangen, sehr schnell und energisch vermehren und neue Geschwüre u. s. w. hervorrufen können.

C. Die Athmungsorgane.

Es genügt dem Körper nicht, dass seinen verschiedenen Theilen flüssige Nahrung zugeführt wird, sondern diese Nahrung muss dadurch noch weitere Umsetzungen erfahren, dass sie mit Sauerstoff in Berührung kommt, dass der Sauerstoff Theile derselben oxydirt, d. h. geradezu verbrennt, und darauf müssen selbstverständlich die Producte der Verbrennung, Kohlensäure und Wasserdampf, wieder nach aussen geschafft werden.

Es ist auch das Blut, welches den Sauerstoff aus der Luft aufnimmt und denselben in den verschiedensten Organen vertheilt. Um diese Aufnahme zu bewerkstelligen, bedarf es eines eigenen Organs, wir bezeichnen dasselbe als Athmungs- oder Respirationsorgan. Wir

haben nun zu unterscheiden zwischen jenen Theilen des Athmungsapparates, welche die Luft nur aus- und einführen, und zwischen jenen, in welchen aus der Luft der Sauerstoff in das Blut übertritt und aus dem Blute Kohlensäure und Wasserdampf abgegeben werden. Die ersteren können wir als Luftwege bezeichnen, die letzteren stellen das eigentliche Athmungsorgan dar. Zu den Luftwegen gehört die Nase, die Luftröhre und deren Verzweigungen, zu den Athmungsorganen das eigentliche Lungengewebe und das in diesem weit verzweigte Blutgefässnetz der Lungen. Ausserdem gehört noch zum Athmungsapparat der nach Art eines Blasebalgs wirkende Brustkorb und das Zwerchfell, sowie ein Theil der Bauchmusculatur.

Die Lungen. Sie treten uns als zwei voneinander gesonderte Organtheile entgegen, welche um das Herz herum gelagert sind und die gesammte Brusthöhle ausfüllen. Die beiden Lungenhälften, welche wir auch als rechten und linken Lungenflügel bezeichnen, besitzen eine halbkegelförmige Gestalt. Die Spitze liegt nach oben in der Schlüsselbeingegend; mit seiner breiten Basis ruht jeder Lungenflügel auf dem Zwerchfell. Durch tiefe Einschnitte ist ein jeder Flügel in mehrere Hautlappen zerlegt, der linke in zwei, der rechte in drei solcher. Die Farbe der Lungen ist weisslich oder grau, wenn sie mit Blut gefüllt sind, rothgrau oder schmutzigroth. Ihren feineren Bau haben wir weiter unten kennen zu lernen. Die Lungen sind mit dem Herzen durch das Zwerchfell von der Bauchhöhle und den Organen der letzteren vollständig abgeschieden.

Von den Lungen führt je eine kurze Röhre heraus, die sogenannten Luftröhrenäste. Dieselben vereinigen sich zu einer einzigen gerade nach oben durch den Hals hindurch verlaufenden Röhre, der Luftröhre, welche sich im oberen Theile des Halses zu dem sogenannten Kehlkopfe erweitert und sich schliesslich am Grunde der Zunge mit einer von oben nach unten gestellten schlitzförmigen Oeffnung nach dem Rachenraume zu öffnet. Das Lungengewebe selbst erscheint oberflächlich betrachtet schwammig, weich; wenn man es quetscht oder drückt, so knistert es und fällt zu einem lockeren Gewebe zusammen.

Betrachten wir nun die einzelnen Theile des Athmungsapparates zunächst ihrem anatomischen Baue nach gesondert voneinander, so haben wir bei denselben mit dem Riechorgane zu beginnen.

Die Lungen dienen dazu, Luft in den Körper einzupumpen und verbrauchte Luft wieder nach aussen auszustossen. Um nun zu bemerken, ob die Luft durch schädliche Stoffe verunreinigt ist, wird dieselbe normaler Weise beim Athmen nicht durch die Mundöffnung

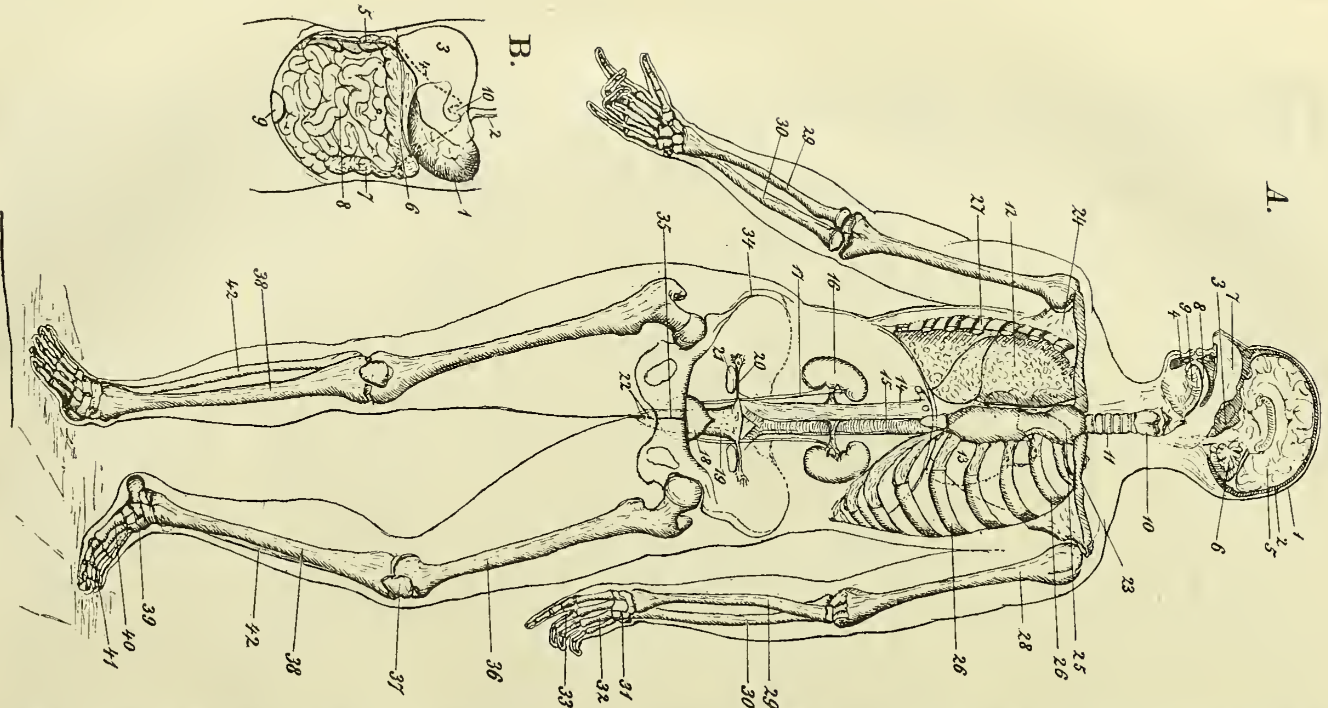


Fig. 16. *A* Schema zur Versinnbildlichnng der verschiedenen Regionen und einzelnen Organe des Körpers; es wnrde vollständig ausser Acht gelassen die Lagerung des Verdauungsapparates. 1 Umriss der äusseren Körpergestalt, 2 Schädelkapsel, durchschnitten (das Gesicht ist nach der Seite gewendet), 3 Schädelbasis, 4 Unterkiefer, 5 Grosshirn, 6 Kleinhirn, 7 Nasenhöhle, 8 Mundhöhle, über ihr der Oberkiefer und der Gaumen, 9 Zunge, 10 Kehlkopf, 11 Luftröhre, 12 rechte Lunge, besteht aus drei Lappen, die linke ist nicht eingezeichnet, 13 Herz, die Lagerung desselben ist durch eine punktirte Linie angegeben, 14 innere Hohlvene, 15 aufsteigende Aorta, dieselbe gabelt sich im Becken, der weitere Verlauf der Blutgefässe ist nicht gezeichnet, 16 Niere, 17 Harnleiter, 18 Harnblase, 19 Gebärmutter, 20 Eileiter, 21 Eierstock, 22 die Ausführungsöffnung der Harn- und Geschlechtsapparate, 23 Schlüsselbein, 24 äusserer Theil des Schulterblattes, 25 Brustbein, 26 vordere Theile der rechten Rippen, die hinteren Bogen derselben, welche sich an die Wirbelsäule ansetzen, sind ebenso wie diese nicht gezeichnet, 27 Rippen der rechten Seite, durschnitten, 28 Oberarmknochen, 29 Speiche, 30 Elle, der rechte Arm ist so gedreht, dass die Hohlhand dem Beschauer zugekehrt ist, der linke Arm so, dass der Handrücken nach vorn sieht, 31 Handwurzelknochen, 32 Mittelhandknochen, 33 Fingerknochen, 34 Hüftbeinkamm des Beckens, dasselbe ist nur zum Theil gegeben, 35 Schambeinfuge, welche innerhalb der Schamgegend gelegen ist, 36 Oberschenkelknochen, 37 Kniescheibe, 38 Schienbein, 42 Wadenbein, der rechte Fuss ist in Gangstellung nach vorn gerichtet, der linke Fuss von der Seite gesehen, 39 Fusswurzelknochen, 40 Mittelfussknochen, 41 Zehenknochen.

B Schema der Lagerung des Verdauungsapparates. 1 Magen, links liegt derselbe unter der Leber, 2 Speiseröhre, welche durch den Brust- und Halstheil hinanführt, 3 Leber, 4 Grenze des Rippenrandes, 5 aufsteigender Dickdarm, 6 querlaufender Dickdarm, 7 absteigender Dickdarm, 8 Dünndarmschlingen, 9 Blase, 10 unterer Foitsatz des Brustbeins.

eingesogen, sondern durch die Nase. Sie muss an dem Geruchsorgane vorbei und hier wird dann bestimmt, ob schädliche Stoffe in derselben enthalten sind. Gleichzeitig wird sie auf dem Wege durch den Nasenraum etwas angewärmt und angefeuchtet. In welcher Weise dies geschieht, haben wir später noch bei Betrachtung des Geruchsorgans näher zu erörtern. Nun geht die Luft durch den Kehlkopf hindurch, durch jenen Theil des Athmungsapparates, welcher gleichzeitig zur Erzeugung von Tönen dient und den wir zum Schluss dieses Kapitels noch eingehender zu besprechen haben werden. Am Kehlkopf setzt sich die Luftröhre (*Trachea*) an. Dieselbe besteht aus einer grossen Anzahl von übereinander liegenden knorpeligen Ringen, welche aber sämmtlich an der hinteren Seite gespalten und auseinandergebogen sind. Die einzelnen Ringbogen werden durch Bindegewebe miteinander verbunden und ebenso wird die Hinterfläche der Luftröhre durch eine bindegewebige Haut vollständig geschlossen. Vermöge ihres Baues stellt die Luftröhre ein stets offenes, weites Rohr dar, in welchem die Luft ungehindert nach oben und unten circuliren kann, dessen Wandungen äusserst elastisch sind. Da hinter ihr die Speiseröhre verläuft, so wird durch die die Speiseröhre passirenden Bissen die Athmungsthätigkeit doch niemals gehindert, weil die Luftröhre an jeder Stelle nachzugeben im Stande ist.

Die Luftröhre geht durch den unteren Theil des Halses in den Brustabschnitt hinein und gabelt sich hinter dem Aortenbogen in zwei Aeste, welche, wie wir schon oben erwähnten, in die Lungen überführen. Diese beiden Aeste bezeichnen wir als Luftröhrenäste. Sie zeigen im Grossen und Ganzen einen ähnlichen Bau wie die Luftröhre selbst und bestehen ebenfalls aus einer grösseren Anzahl von hintereinander gelegenen Knorpelringen. Der rechte Luftröhrenast enthält deren 6—8, der linke 9—12. Sie sind ebenso wie die Ringe der Luftröhre selbst ungefähr hufeisenförmig gebogen und dann an der hinteren Wand durch Bindegewebshäute verbunden.

Die Innenfläche der Luftröhre und dieser beiden Luftröhrenäste wird von einer Schleimhaut ausgekleidet, in welcher eine grosse Anzahl von Schleimdrüsen liegen, deren Secret die Wandungen stets feucht erhält und vor dem Austrocknen schützt.

Ein jeder Luftröhrenast führt in einen Lungenflügel hinein. Gleich bei dem Uebertritt in die Lungenflügel theilen sich die Luftröhrenäste baumastartig in eine grössere Anzahl von kleineren Aesten und diese spalten sich auch wieder in eine beträchtliche Menge von Endzweigen; endlich finden wir, dass die letzten Enden der kleinsten Aestchen in kleine, gleich noch näher zu besprechende Säckchen

einführen. Die weit verzweigten Aeste haben in ihren Wandungen ebenfalls hintereinander gelagerte Knorpelringe, welche durch Bindegewebe verbunden werden und durch welche ein Zusammenfallen dieser Luftwege verhindert wird. Das Innere ist ebenso mit einer Schleimhaut überzogen, welche auch durch den Besitz zahlreicher Drüsen ausgezeichnet ist. Ausserdem besitzt die Schleimhaut der Luftwege einen Belag von Zellen, welche auf ihrer freien, dem Luftraume zugekehrten Fläche Wimperhaare ausgebildet zeigen. Diese Wimpern bewegen sich in der Richtung nach aussen und führen dadurch kleine, leichte Fremdkörper aus den Luftwegen heraus.

Die kleinen Säckchen, welche sich an die letzten Verzweigungen der Aestchen ansetzen, sind für uns von grösster Wichtigkeit, denn in ihren Wandungen circulirt das Blut und durch ihre Wandungen findet der Gasaustausch statt. Solcher Lungensäckchen finden sich nun eine sehr grosse Anzahl in jeder Lunge vor, mehrere derselben liegen immer eng nebeneinander und bilden ein sogenanntes Lungenläppchen. Die in solche Lungenläppchen einführenden Endverzweigungen der Luftwege zeigen in ihren Wandungen nicht mehr jene Knorpelringe, sondern diese Wandungen werden bloss aus Bindegewebe gebildet. Der Durchmesser eines solchen Endästchens beträgt ungefähr $^1/_{10}$ Mm. Die Lungenläppchen haben ca. 1 Mm. Durchmesser, mehrere derselben werden wieder durch Bindegewebe zu einem grösseren Lungenläppchen verbunden.

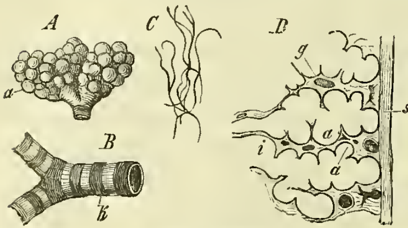


Fig. 17.
A Ausguss dreier Lungensäckchen (Trichter); *a* Lungenbläschen. *B* Bronchienästchen; *k* Knorpelringe. *C* elastische Fasern aus dem Lungengewebe (Vergr. 500). *D* Querschnitt durch die Lunge, senkrecht zum Brustfell; *i* Lungensäckchen, *a* Lungenbläschen, *s* Brustfellüberzug der Lunge, *g* festes Lungengewebe mit dunkel gehaltenen Blutgefässen.

Betrachten wir nun die Lungensäckchen genauer, so finden wir, dass ihre Wandungen nicht vollständig glatt sind, sondern dass dieselben durch zahlreiche hervorspringende Falten in noch kleinere Abschnitte zerlegt werden, in sogenannte Lungenbläschen, welche nur etwas mehr als ein $^1/_{10}$ Mm. im Durchmesser haben. Solcher Lungenbläschen sind natürlich eine kolossale Menge vorhanden; sie sind für den Körper von der allergrössten Wichtigkeit, denn wenn wir ihre Oberflächen nebeneinander gelegt denken, so erhalten wir eine verhältnissmässig äusserst grosse Fläche von vielen Quadratmetern. Diese Fläche dient in der Lunge dazu, das Blut mit der Athmungsluft in Berührung zu bringen. In den Wandungen der Lungen-

säckchen und Lungenbläschen finden wir weiterhin ein äusserst fein vertheiltes und diese Bläschen eng netzartig umspinnendes Haargefässnetz, durch welches alles Blut, das aus dem Körper kommt, hindurchgetrieben wird. Da nun die gesammte Oberfläche der Lungenbläschen und Lungensäckchen eine so verhältnissmässig äusserst grosse ist, so wird auch die Fläche des Blutes, welches in ihren Wandungen circulirt, eine beinahe ebenso grosse sein; da nun weiterhin dies Blut mit der Athmungsluft in engste Berührung kommt, so ist leicht zu begreifen, dass der Sauerstoff, welcher in der Luft enthalten ist, an zahllosen Stellen vom Blute aufgenommen werden kann oder vielmehr von einer weit ausgedehnten Fläche aufgenommen wird. Diese Flächenausbreitung ist aber unbedingt nothwendig, denn nur durch eine ganz dünne Blutschicht kann der Gasaustausch im Blute hinreichend schnell und sicher bewerkstelligt werden.

Wir haben gesehen, dass das Blut aus dem Körper durch die grosse Hohlvene in die rechte Vorkammer einströmte, dass es von hier aus in die rechte Herzkammer ging, um aus dieser durch die Lungenarterien in die Lungen gepumpt zu werden. Dieses Blut ist sogenanntes venöses, d. h., es ist äusserst kohlensäurereich und seine Farbe infolge dessen dunkel, beinahe blauroth. Sowie es sich in den Lungencapillaren weiter bewegt, kommt es mit der Athemluft in Berührung. Durch die Wandungen der Lungenbläschen wird die Kohlensäure gegen Sauerstoff ausgetauscht, und je energischer das geschieht, um so heller wird das Blut; endlich tritt es aus den Capillarnetzen als hellrothes, arterielles Blut heraus. Die Capillarnetze sammeln sich zu kleinen Gefässen, welche zu kleinen Lungenvenen zusammentreten, diese führen dann das Blut, welches nun arteriell geworden ist, durch mehrere grosse Lungenvenen in die linke Vorkammer des Herzens über, von wo aus es in dem schon früher beschriebenen Kreislauf weiter circulirt. Es wird in die verschiedensten Organe hineingebracht und vertheilt sich in den einem jeden Organe zukommenden Capillargefässnetzen, gibt aber hier Sauerstoff an die umliegenden Gewebe ab und nimmt dagegen Kohlensäure aus denselben auf. Hellroth strömt es durch die Arterien in die einzelnen Organe hinein, dunkel oder blauroth kommt es durch die Venen aus diesen Organen wieder zurück, um wieder durch das Herz zu den Lungen zurückzukehren.

Der Process der Athmung setzt sich zusammen aus den Vorgängen beim Ein- und Ausathmen, aus den Vorgängen des Gasaustausches in der Lunge und aus denen des Gasaustausches in den Geweben.

Der Process der Athmung.

Weil die Lunge in ihren Wandungen keine grösseren Muskelmassen besitzt, so kann sie sich nicht selbstständig mit Luft füllen und diese dann wieder nach aussen entleeren, sondern es müssen zu dieser Füllung noch einige Nebenapparate in Thätigkeit gesetzt werden, während das Lungengewebe bei der Ein- und Ausathmung vollständig passiv bleibt. Vor allen Dingen ist es der Brustkorb, welcher sich nach Art eines Blasebalgs erweitert und zusammenzieht und auf diese Weise sein Volumen vergrössert und verringert. Dabei spielt nun ein eigenthümlicher Muskel eine grosse Rolle mit. Es ist dies das sogenannte Zwerchfell, welches sich zwischen Brust- und Bauchhöhle im Innern des Körpers ausspannt und die Brusthöhle vollständig von der Bauchhöhle trennt. Das Zwerchfell stellt sich als scheibenförmiger Muskel dar, die einzelnen Muskelfasern und Muskelbündel verlaufen alle von der Mitte nach dem Rande zu. Die Form des Zwerchfells ist ungefähr diejenige eines aufgespannten Sonnenschirmüberzugs. Die Spitze springt in die Brusthöhle vor.

Da die Muskelfasern nun von der Spitze gegen den Rand des Zwerchfells hin verlaufen, so wird, wenn sich die Muskeln zusammenziehen, die Spitze etwas nach unten gezogen, dadurch aber der Raum in der Brusthöhle vergrössert; gleichzeitig werden die Rippen, welche den Brustkorb umschliessen, durch die Brust- und Rippenmusculatur vorn in die Höhe gehoben und bewirken dadurch ebenfalls eine Erweiterung des Brustkorbs. Das Zusammenziehen des Zwerchfells und die Hebung der Rippen geschieht gleichzeitig und zwar dann, wenn wir einathmen. Richtiger müssen wir sagen, durch diese gleichzeitige Erweiterung des Brustkorbs sind wir gezwungen, Luft einzuathmen, denn die Luft dringt ganz ohne unsern Willen in den erweiterten Brustkorb ein und dehnt die Lungen vollständig aus.

Wenn das Zwerchfell seine Thätigkeit einstellt, d. h., wenn seine Muskeln erschlaffen, so tritt die Spitze desselben wieder in den Brustraum zurück; da sich nun gleichzeitig die Rippen wieder senken, so wird hierdurch natürlich der Inhalt des Brustkorbs verkleinert, die Lungen werden zusammengedrückt und die in ihnen enthaltene Luft zum Theil wieder ausgestossen, es findet die Ausathmung statt.

Gleichzeitig mit der Brustmusculatur wirkt aber auch bei dem Athmen die Bauchmusculatur, wenn wir sie erweitern oder zusam-

menziehen und dadurch den Inhalt des Bauches verändern. Bei einer Erweiterung wird natürlich das Zwerchfell beträchtlich nach unten gezogen und infolge dessen der Inhalt des Brustkorbs vergrössert. Zieht man die Bauchmusculatur zusammen, so werden die Eingeweide alle nach oben gedrückt, und wenn gleichzeitig das Zwerchfell erschlafft, so wird es weit in die Brusthöhle hineingeschoben und dadurch die Luft aus den Lungen herausgedrückt. Beim Manne findet hauptsächlich eine solche Athmung durch Ausdehnung und Zusammenziehung der Bauchmusculatur statt, während bei der Frau der Brustkorb gehoben und gesenkt wird, wenn die Inspiration und Exspiration vor sich geht.

Die Luftröhre und ihre grossen Aeste werden beim Athmen absolut nicht verändert, sondern die Luft strömt ungehindert durch sie hindurch und geht dann durch den hinteren Nasenrachenraum und durch den vorderen Nasentheil.

Das Ein- und Ausathmen durch den Mund ist durchaus nicht normal, sondern findet hauptsächlich dann statt, wenn die Nasenöffnungen und Nasengänge durch irgend welche Zufälligkeiten verstopft sind und auf diese Weise das Athmen durch die Nase erschwert wird. In der Nase haben wir auch einen Apparat, welcher gröbere Staubtheilchen aus der Athemluft zurückhält und verhindert, dass dieselben in die Lungen gelangen. Im unteren Theile der Nase steht nämlich eine grosse Anzahl von Haaren, welche reusenartig die Nasenöffnungen verschliessen und gröbere Fremdkörper zurückhalten. Der Schleim der Nase hält ebenfalls eine grosse Menge Staub u. s. w. an und entfernt diesen mit dem Nasenschleime nach aussen.

Das Einströmen der Luft in die Lungen, die Einathmung, bezeichnen wir als Inspiration, die Ausathmung als Exspiration. Bis zu einer gewissen Grenze steht die Ein- und Ausathmung unter dem Einflusse unseres Willens, während des grössten Theils des Tages aber und vor allem während der Nacht geht die Athmung ganz ohne unser Zuthun weiter vor sich. Durchschnittlich erfolgen in der Minute bei einem gesunden Erwachsenen 19 Ein- und Ausathmungen. Bei Kindern ist diese Zahl oft grösser, sie schwankt aber auch bei den Erwachsenen während des Tages, indem bei der Arbeit oder nach und vor dem Essen die Athembewegungen nicht stets gleichmässig verlaufen.

Der Transport des Sauerstoffs. Wir haben schon des öftern erwähnt, dass das Blut den Sauerstoff aufnimmt. Im Blute sind es aber selbst wieder die rothen Blutkörperchen, welche die

Function haben, als Transportmittel für die Gase zu dienen. Der eigenthümliche Stoff, mit dem diese kleinen Scheibchen angefüllt sind, das sogenannte Hämoglobin (vergl. S. 49), der Blutfarbstoff, hat die interessante Fähigkeit, Sauerstoff aufzunehmen und ihn unter Umständen wieder gegen Kohlensäure auszutauschen. Wenn nun das Blut durch die Lungencapillaren hindurchgeht, so stellt die Blutflüssigkeit schon an und für sich eine grosse Fläche dar, durch welche der Sauerstoff aufgenommen wird. Diese Fläche wird aber noch dadurch vergrössert, dass die Blutkörperchen den Sauerstoff an sich saugen, und weil dieselben scheibenförmig ausgebildet sind, so ist natürlich ihre Oberfläche im Verhältniss zu ihrem Inhalte eine verhältnissmässig sehr grosse. Der durch die Lungenwandung hindurchdringende Sauerstoff wird sehr energisch von den beiden Flächen eines jeden Blutkörperchens aufgesaugt und deswegen haben wir eigentlich als Sauerstoff aufnehmende Fläche die Summe der Oberflächen aller Blutkörperchen zu bezeichnen, welche augenblicklich in der Lunge in Function sind. Diese Fläche wird sich aber als eine äusserst grosse darstellen, wenn wir bedenken, dass die Blutkörperchen hintereinander durch die Capillaren hindurchmarschiren.

Die chemischen Vorgänge bei der Athmung. Die Luft, welche uns umgibt, besteht aus 79 Proc. Sauerstoff, 21 Proc. Stickstoff und aus Spuren von Kohlensäure. Das für das Leben wichtigste Gas ist nun der Sauerstoff, indem derselbe, wie wir schon des öftern erwähnten, von den rothen Blutkörperchen im Lungenblute aufgenommen wird und sich dann mit dem Luftstrome in die verschiedensten Organe und Gewebe des Körpers vertheilt. In den Geweben dient der Sauerstoff theils dazu, die Fette und die stickstofffreien Substanzen zu verbrennen und zwar zu Kohlensäure und Wasserdampf; bei dieser Verbrennung wird eine beträchtliche Wärme erzeugt, während Lichterscheinungen selbstverständlich nicht auftreten. Die erzeugte Wärme ist doch immerhin hinreichend, um dem 1—2 Centner schweren menschlichen Körper eine ganz bestimmte und verhältnissmässig hohe Temperatur zu ertheilen. Die Temperatur beträgt ungefähr 37½—38 Grad C., nur in ausnahmsweisen Fällen sinkt sie tiefer oder steigt sie um einige Grad höher. Ein Theil der Wärme wird allerdings auch durch die Umsetzungen der übrigen Stoffe im Körper erzeugt, so besonders bei den Bewegungen der Muskeln, was wir tagtäglich an uns selbst beobachten können. Während der vollständigen Ruhe wird aber die Wärme der Hauptsache nach nur durch den Verbrennungsprocess in den verschiedenen Geweben hervorgebracht. Es ist natürlich, dass, um eine so grosse

Quantität Wärme zu erzeugen, auch eine verhältnissmässig grosse Quantität Luft in den Körper eingeführt werden muss, und da hat man denn gefunden, dass ein ausgewachsener Mensch im Durchschnitt täglich ungefähr bei jedem Athemzuge 500 Kcm. Luft einathmet, in der Minute also 9½ Liter und dementsprechend im Tage eine verhältnissmässig kolossale Quantität. Bei tiefster Inspiration kann die Lunge ungefähr 3½—6½ Liter Luft fassen, 1½—2 Liter derselben können aber niemals durch einfaches Ausathmen derselben entfernt werden, sondern bleiben stets in ihr zurück. Die ausgeathmete Luft ist natürlich sehr reich an Kohlensäure und Wasserdampf. Von der Anwesenheit des letzteren können wir uns im Winter leicht überzeugen, weil sich derselbe bei niedriger Temperatur vor dem Munde niederschlägt und als weisslicher Dampf oder Hauch bemerkbar wird. Die Kohlensäure und Wasserdämpfe werden aber in den einzelnen Zellen oder Geweben gebildet, sie werden schliesslich an das Blut übertragen und dann gegen Sauerstoff ausgetauscht.

Gleichzeitig mit der Lungenathmung findet beim Menschen auch noch eine Athmung durch die äussere Haut statt, indem durch die später zu besprechenden Schweissporen Wasserdampf und Kohlensäure ausgeschieden wird und Sauerstoff in den Körper gelangt. Diese Athmung, welche man als Perspiration bezeichnet hat, besitzt keine grössere Wichtigkeit für den Menschen, sie kann vollständig unterbleiben, ohne dass der Körper wesentlich darunter leidet. Bei niederen Thieren aber, wie z. B. beim Frosch, ist die Hautathmung eine sehr energische. Bei uns dienen die Schweissdrüsen dazu, die Wärme im Körper zu reguliren, indem der Schweiss bei der Wärmezunahme stark abgeschieden wird und verdunstet und durch dies Verdunsten dem Körper eine beträchtliche Menge von Wärme entzieht.

Wie sehr die Wärmeentwickelung im Körper mit der aufgenommenen Nahrung in Zusammenhang zu bringen ist, sehen wir daraus, dass in kälteren Gegenden der Mensch das Bedürfniss hat, grössere Quantitäten Fett oder Kohlehydrate (wozu wir die Spirituosen und die Stärke zu zählen haben) aufzunehmen. Besonders werden die Kohlehydrate sehr rasch verbrannt und dadurch eine grosse Menge Sauerstoff verbraucht, aber auch eine grosse Menge von Wärme erzeugt. Die Eiweissstoffe, welche in den Körper eingeführt werden, dienen nur zum geringen Theile zur Erzeugung von Wärme, sie werden vielmehr in eine Reihe von Verbindungen zerlegt, welche für die Ernährung der einzelnen Körpertheile von grösster Wichtigkeit sind.

Reiner Sauerstoff, d. h. solcher, welcher nicht mit Stickstoff vermengt ist, kann nicht eingeathmet werden, sondern er ruft sofort heftige Entzündungen der Athemwege hervor und wirkt schädlich. Wenn der Sauerstoff in der Athemluft verschwindet und die Kohlensäure in derselben überhand nimmt, so treten Athmungsbeschwerden ein und schliesslich folgen Erstickungsanfälle, unter Umständen selbst Tod des Individuums. Giftige Gase wirken dadurch schädlich auf den Organismus, dass sie den Sauerstoff entweder aus dem Blute verdrängen und so eine Erstickung herbeiführen, oder dadurch, dass sie, wenn sie in die Lungen kommen, in das Blut übertreten und dieses zersetzen. Als solche giftige Gase haben wir vornehmlich das Kohlenoxydgas und den Blausäuredampf, dann die Gase, welche bei der Verbrennung von Schwefel entstehen, die schweflige Säure und überhaupt die Säuren im gasförmigen Zustande anzusehen.

Wenn die Schleimhaut der Athmungswege durch scharfe Gase oder durch eindringenden Staub u. s. w. sehr gereizt wird, so versucht der Körper zunächst diesen Reiz dadurch aufzuheben, dass die Luft in kurzen aufeinanderfolgenden Stössen entleert wird, welchen Vorgang wir als Husten zu bezeichnen pflegen. Gelingt es durch das Husten nicht, die Fremdkörper z. B. aus den Athemwegen zu entfernen, so können bei fortgesetztem Reiz der Athemwege heftige Entzündungen auftreten, welche zu schweren Leiden Anlass geben. Um Fremdkörper kleinerer Art aus den Athemwegen zu entfernen, sehen wir, dass die Innenfläche der Luftröhre und der Luftröhrenäste mit eigenthümlichen Zellen ausgestattet ist, welche dazu bestimmt sind, die staubförmigen Fremdkörper wieder nach aussen zu befördern. Diese Zellen sind sogenannte Wimperzellen, welche wir schon S. 16 besprochen haben. Durch die Schwingungen der Wimpern nach einer Richtung hin werden alle Fremdkörper und schädlichen Substanzen, die in den Luftwegen liegen, wie z. B. Staub, Schleim, Eiter, Blut u. s. w., in der Richtung nach oben zusammengeballt, schliesslich rufen sie Hustenreiz hervor und werden dann als Auswurf nach aussen befördert. Bei jenen Arbeitern, welche viel in Staub arbeiten müssen, wie z. B. die Steinmetzen, Schornsteinfeger, Bäcker, Müller u. s. w., setzen sich einzelne Staubpartikelchen innerhalb der Lungenzellen fest und dadurch gewinnt dann die ganze Lunge ein eigenthümliches Aussehen. So ist die Lunge der Schornsteinfeger und derjenigen Leute, welche viel in russigen Lokalen arbeiten müssen, oft ganz schwarz von eingelagertem Kohlenstaube. Wir bezeichnen diese Einlagerung fälschlich als Pigmente.

Bei den Neugeborenen hat die Athmung noch nicht stattgefunden und infolge dessen ist das Lungengewebe derselben scheinbar noch compact, d. h., die Lungenbläschen sind noch mit ihren Wandungen aufeinander gelagert. Sofort nach der Geburt tritt aber die Athmung ein und gleich nach dem ersten Athemzuge hat sich der grösste Theil der Lungenbläschen schon etwas erweitert und nach kurzer Zeit besitzt die Lunge die ihr eigenthümliche Ausbildung. Da die Lunge, wenn einmal Luft in sie eingedrungen ist, spezifisch leichter ist als Wasser, so schwimmt die Lunge des Erwachsenen. Wenn man Stücken von ihr abschneidet und in das Wasser wirft, schwimmen sie stets auf dem letzteren, während die Lunge des Embryos oder des während der Geburt gestorbenen Kindes keine Luft enthält und infolge dessen, wenn man sie in das Wasser wirft, in diesem untersinkt. Solange das Kind noch im Körper der Mutter verweilt, athmet dasselbe nicht durch die Lunge, sondern es erhält den ihm durchaus nothwendigen Sauerstoff direct aus dem Blute der Mutter und gibt die in seinem Körper erzeugte Kohlensäure u. s. w. auch direct wieder an das Blut der Mutter ab.

Der Kehlkopf und die Sprache.

Es ist eine Eigenthümlichkeit vieler Thiere und so auch der Menschen, dass dieselben Töne hervorzubringen vermögen, welche zum Theil dazu dienen, den verschiedenen Gemüthsstimmungen Ausdruck zu geben, zum Theil aber auch zum Verständigen der einzelnen Individuen miteinander in Anwendung gebracht werden. Wir können da ganz allgemein zwei verschiedene Arten von Tönen unterscheiden, solche, welche auf rein mechanische Weise durch Aneinanderreiben zweier Körpertheile hervorgebracht werden, und solche, welche unter Zuhülfenahme der Luft und eines eigenen Apparates von den Thieren willkürlich und in verschiedenen Modulationen producirt werden können. Die letztere Art der Töne bezeichnen wir als Stimme oder Sprache und den Apparat, vermittelst dessen diese Töne erzeugt werden, als Stimmapparat oder Sprachorgan. Sind die Töne wie bei den Vögeln pfeifend und zwitschernd, so bezeichnen wir sie als Gesang. Bei der Production dieser Töne werden nun noch die allerverschiedensten Nebenorgane mit in Anwendung gebracht. So interessant auch eine Vergleichung der Stimmapparate bei den höheren Thieren sein würde, können wir dieselbe an dieser Stelle doch nicht durchführen, sondern müssen uns darauf beschränken, den Sprachapparat des Menschen näher zu betrachten. Die eigentlichen tonerzeugenden Theile haben wir in den Lungen,

den Luftwegen und dem obersten Theile der Luftröhre, welchen wir als Kehlkopf bezeichnen, zu suchen. Zur Verstärkung der Töne und zur Hervorbringung einer Sprache dient aber eine ganze Reihe von Nebenapparaten, welche wir in der Zunge, dem Gaumen, den Lippen und Zähnen und in gewisser Weise auch der Nase zu suchen haben. Zunächst werden wir nun den Kehlkopf näher betrachten und dann, da uns die andern Theile bei der Besprechung der verschiedensten Organe vorkommen werden, zur Schilderung der Spracherzeugung und besonders der Laute und Buchstabenbildung übergehen.

Der Bau des Kehlkopfs. Der Kehlkopf bildet den obersten Theil der Luftröhre. Er besteht zum Theil aus Knorpelstücken, zum Theil aus Musculatur und Bindegewebshäuten. Im Grossen und Ganzen stellt er einen ungleich vierseitigen Körper dar, welcher

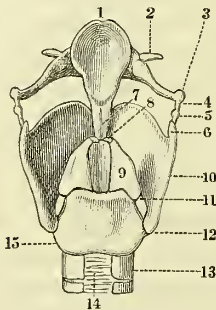


Fig. 18a.

Kehlkopf von hinten gesehen; es sind nur die Knorpel und Bänder bezeichnet. 1 Zungendeckel, 2 kleines Horn des Zungenbeins, 3 grosses Horn desselben, 4 Band zwischen dem Zungenbein und Schildknorpel, 6 und 10 Schildknorpel, 7 Band zwischen Kehldeckel und Schildknorpel, 8 Santorini'sche Knorpel, 9 Giessbeckenknorpel, 1 5Ringknorpel, 13 Luftröhrenknorpel, 14 hintere Verschlussbaut der Luftröhre. (Krause.)

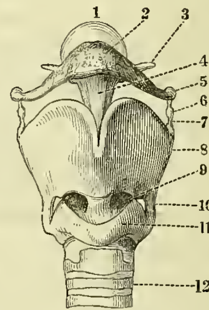


Fig. 18b.

Vordere Ansicht des Kehlkopfs. 1 Kehldeckelknorpel, 2 Zungenbeinknorpel, 3 kleines Horn, 5 grosses Horn des Zungenbeins, 8 Schildknorpel, 11 Ringknorpel, 12 Knorpel der Luftröhre. (Krause.)

nach vorn zu mit einem stumpfen Winkel dicht unter der Haut gelegen ist, oben und nach hinten zu ist er etwas abgeschnitten, unten sitzt an ihm direct die Luftröhre an. Im Innern und oben wird der Kehlkopf von einer Schleimhaut überzogen und ausserdem treten an denselben zahlreiche Gefässe und Nerven heran. Den Anfang des Kehlkopfs haben wir an der Zungenwurzel zu suchen, dort erhebt sich eine in den hinteren Rachen- und oberen Schlundraum vorspringende Klappe, welche für gewöhnlich nach oben zu gerichtet ist, wir bezeichnen sie als Kehldeckel. Sofort hinter diesem Kehldeckel befindet sich eine von vorn nach hinten zu gestellte Ritze, die sogenannte Stimmritze, welche der Luft den Eintritt in die Luft-

röhre gestattet. Da diese Ritze am Grunde der Rachenhöhle liegt, so müssen die hinuntergeschluckten Speisen über sie hinweggehen, und um nun zu verhüten, dass etwas von denselben in den Kehlkopf gelangt, verschliesst der Kehldeckel die Stimmritze bei den Schluckbewegungen. Als einen weiteren Hülfsapparat haben wir beim Kehlkopfe einen Knochen anzusehen, welcher unter der Zungenwurzel liegt und spangenförmig von vorn nach hinten den oberen Kehlkopfrand stützt. Wir bezeichnen den Knochen als Zungenbein. Vorn tritt dasselbe mit einer etwas verbreiterten Fläche an den obersten Halstheil heran, dann setzen sich nach hinten jederseits zwei hornartige Fortsätze an, die beiden oberen kleinen Zungenbeinhörner und die unteren grossen Hörner. Die letzteren treten an die Schädelbasis und sind mit derselben durch Bindegewebsbänder verbunden. Der eigentliche Kehlkopf besteht aus drei grossen und mehreren kleinen Knorpeln, welche seine Form bestimmen und seine Functionen unterstützen. Diese Knorpel werden untereinander durch Muskeln, Bänder und Sehnen zusammengehalten und gegeneinander bewegt.

Zu oberst und nach vorn liegt ein aus zwei viereckigen Seitenplatten gebildeter Knorpel, welcher als Schildknorpel bezeichnet wird. Sein oberer Rand ist in der Mittellinie tief eingeschnitten, der untere ist wellenförmig gebogen, die beiden hinteren Ränder verlaufen schräg von oben nach unten. Dieser Schildknorpel tritt mit dem vorderen Theile spitz vor und lässt sich äusserlich am Halse schon durchfühlen, er ist allgemein unter der Bezeichnung Adamsapfel bekannt. Direct unter ihm liegt ein als Ringknorpel bezeichnetes Stück. Dieser Knorpel ist ungefähr von der Form eines Siegelringes, an der Vorderseite ist er schmal und an der Rückseite des Kehlkopfs verbreitert er sich zu einer senkrecht stehenden Platte. Sein Durchmesser ist etwas grösser als der der Luftröhre, welche sich direct an ihn ansetzt. Vom hinteren und unteren Rande des Schildknorpels gehen zwei Fortsätze an die Seitentheile dieses Ringknorpels heran. Der Schildknorpel selbst ist hinten nicht zusammengetreten, sondern vielmehr nach aussen zu gebogen.

Ueber dem Ringknorpel und zwar an der hinteren Seite desselben befindet sich ein Knorpelpaar, die sogenannten Giessbeckenknorpel, welche ungefähr die Gestalt einer ungleich dreiseitigen Pyramide besitzen, deren Spitze nach hinten und innen gekrümmt ist. Mit den Spitzen legen sie sich gegeneinander. Auf diese Spitzen können noch ein paar kleine, nur 2 Mm. lange, ebenfalls dreiseitige Knorpel, die sogenannten Santorini'schen, aufgesetzt sein. Die Giess-

beckenknorpel sind 14 Mm. lang, mit der schmalen Seite stehen sie dem Ringknorpel auf, die längste Seite liegt nach aussen und verläuft schräg von unten nach oben. Vor den Giessbeckenknorpeln liegen öfters noch zwei ungefähr 8 Mm. lange und 2 Mm. breite Knorpel, die Wriesberg'schen, und ebenso findet sich hin und wieder längs des seitlichen Randes der Giessbeckenknorpel je ein als Sesamknorpel bezeichneter ca. 3 Mm. langer Knorpelstreifen. Innerhalb des Kehldeckels ist ebenfalls eine dünne herzförmige Knorpelplatte zur Ausbildung gelangt, welche durchschnittlich 32 Mm. lang und 20 Mm. breit ist. Sie liegt hinter dem vorderen Rande des Zungenbeins und über dem vorderen und oberen Rande des Schildknorpels.

Die Knorpel werden nun durch eine Anzahl von Muskeln gegeneinander bewegt. Zwischen ihnen liegen in der inneren Seite des Kehlkopfs zwei von hinten nach vorn verlaufende Bänder, die sogenannten Stimmbänder, durch deren Anspannung und Erschlaffung die verschiedenen Töne erzeugt werden.

Die Muskeln des Kehlkopfs gehen in der verschiedensten Weise von einem Knorpelstück zum andern. Es verlaufen oben, vom vorderen Rande des Zungenbeins, jederseits Muskelbündel an den vorderen Theil des Schildknorpels, welche durch ihre Contraction den gesammten Kehlkopf etwas in die Höhe ziehen. Ebenso gehen vom unteren Rande des Schildknorpels an den Ringknorpel zu einige Muskeln, welche den Ring- und Schildknorpel einander nähern. Vom hinteren Rande des Ringknorpels und von dem Giessbeckenknorpel gehen einige Muskelbündel quer nach vorn, welche durch ihre Contraction den Tiefendurchmesser des Kehlkopfs verändern, d. h. den Schildknorpel etwas nach hinten drängen. Die Giessbeckenknorpel werden beide auch noch durch einige kreuzweise verlaufende Muskeln verbunden.

Neben diesen Muskeln befindet sich nun zwischen den einzelnen Knorpelstücken noch eine Anzahl von Bändern, welche zur Befestigung der einzelnen Theile nebeneinander liegen.

Die ganze Höhle des Kehlkopfs wird von einer Schleimhaut ausgekleidet, welche sich in die der Luftröhre und der Mundhöhle fortsetzt. Vorn an der Innenfläche des Schildknorpels setzen sich zwei Bänder an, welche nach hinten durch den Kehlkopf hindurch zu den Giessbeckenknorpeln verlaufen. Neben ihnen an den Seiten des Schildknorpels liegen zwei Muskelbündel, welche gleichfalls den Ringknorpel und den Giessbeckenknorpel verbinden. Die beiden Bänder berühren sich in der Mittellinie nicht, sondern sie lassen die schon oben erwähnte Stimmritze zwischen sich, welche sich also

von dem vorderen Innentheile des Schildknorpels bis zwischen die beiden Giessbeckenknorpel erstreckt. Für gewöhnlich hat diese Spalte eine lanzettförmige Gestalt. Ihr vorderster Abschnitt, die eigentliche Stimmritze, ist ungefähr länglich dreieckig, vorn spitz, an den Seiten leicht gebogen, der hintere Abschnitt, die sogenannte Athemritze, besitzt eine viereckige Gestalt. Die ganze Länge dieser Spalte beträgt bei Männern ungefähr 20—25, bei den Frauen 15 bis 17 Mm. Dadurch nun, dass die Seitentheile dieser Stimmritze, also die oben erwähnten Stimmbänder, durch die Bewegung der Kehlkopfmusculatur angespannt werden, entstehen bei Hervorstossen der Luft durch den Kehlkopf Töne von verschiedener Höhe.

Eine Verlängerung der Stimmritze und eine gleichzeitige Spannung der Stimmbänder tritt ein, wenn jene Muskeln, welche zwischen Schildknorpel und Zungenbein verlaufen, angespannt werden, es wird dann der Schildknorpel nach oben und vorn gezogen. Diese Muskeln werden noch durch die Schild-Ringknorpelmuskeln und durch die hinteren Ring-Giessbeckenmuskeln unterstützt. Wenn diese Muskeln zusammenwirken, so werden die Knorpelstücke derartig gegeneinander verschoben, dass sich die Stimmbänder straff anspannen und die Stimmritze verengen. Wird nun von der Lunge aus Luft durch den Kehlkopf getrieben, so erzeugt diese Luft an den Rändern der Stimmbänder Töne, ganz ähnlich wie ein Ton erzeugt wird, wenn wir die Luft durch eine sogenannte Zungenpfeife hindurchblasen. Die Töne werden um so höher sein, je mehr sich die Stimmbänder anspannen und je enger die Stimmritze wird.

Um tiefe Töne zu erzeugen, müssen die Stimmbänder erschlafft und die Stimmritze etwas erweitert werden und dies geschieht dadurch, dass sich die hinteren Muskeln zwischen Ring- und Giessbeckenknorpel zusammenziehen, ebenso contrahiren sich die inneren Muskeln zwischen Schild- und Giessbeckenknorpel.

Der hintere Theil der Stimmritze schliesst sich beim Sprechen ziemlich vollständig dadurch, dass sich die Giessbeckenknorpel eng aneinander legen, beim ruhigen Athmen hingegen erweitert sich die gesammte Stimmritze etwas. Die Bänder sind schlaff und gestatten ein ruhiges Vorbeistreichen der Luft. Die Schliessung der Stimmritze durch den Kehldeckel beim Schlucken haben wir oben schon erwähnt.

Es genügt nun nicht allein zur Erzeugung der Sprache, dass sich die Luft einfach durch die verengte oder erweiterte Stimmritze hindurchzwängt und so Töne erzeugt, sondern es müssen diese Töne noch umgewandelt, modificirt werden, und dies geschieht durch die

einzelnen Theile des Mundes, durch die Lippen, die Zunge, den Gaumen u. s. w. Wir verändern beim Sprechen fortwährend die Gestalt der Mundhöhle und der Mundöffnung und dadurch zwingen wir die Luft, welche die Töne im Kehlkopfe erzeugte, nach ganz bestimmten Gesetzen zu schwingen. Die Vocale A, E, I, O und U werden dadurch hervorgebracht, dass wir die vordere Mundöffnung verschieden gestalten und ausserdem den hinteren Rachenraum durch Umlagerung der Zunge verändern. Die Consonanten werden auf die verschiedenste Weise erzeugt. Dadurch, dass wir die Lippen aufeinander legen und verschieden öffnen und schliessen, erhalten wir die Lippenlaute M, P und B, und zwar wird der Laut M einfach durch Schliessen der Lippen und durch gleichzeitiges Hervorstossen der Luft aus dem Kehlkopfe erzeugt. P und B entstehen durch Schliessen und Oeffnen der Lippen, der erstere durch ein schnelles Oeffnen und heftiges Hervorstossen der Luft, der letztere durch ein weniger energisches Ausstossen der Luft und langsameres Oeffnen der Lippen. Durch Aneinanderbringen der Unterlippe und der oberen Vorderzähne und durch Ausstossen der Luft durch die entstehenden Spalten erzeugen wir die Laute F, V und W. Mit der Zunge werden ebenfalls einige Laute hervorgebracht, durch Anlegung der Zunge an den vorderen Gaumentheil das N, durch Anstoss der Zunge an die Zähne T und D, dann auch die Zischlaute S, Sch und endlich L. Verengen wir den Gaumen und stossen wir die Luft an demselben vorbei, so erzeugen wir die Laute K und G, Ch und J und endlich den zusammengesetzten Laut Ng. Sr wird durch Zusammenwirken der Zähne, Zunge und des Gaumens erzeugt und es kann unter Umständen ein Zischlaut, ein Zungenlaut und ein Gaumenlaut sein. Durch Combination von T und S entsteht Z, durch K und S X.

So interessant die Bildung der Sprachlaute auch ist, so können wir uns doch an dieser Stelle nicht weiter darauf einlassen, nur will ich noch erwähnen, dass man versucht hat, die Bildung einzelner Laute, sowie die Entstehung der Sprache überhaupt auch physiologisch zu erklären.

Von allen Vocalen ist der A-Laut der am leichtesten hervorzubringende und von allen Consonanten wird M, P und B am ersten ausgesprochen und erzeugt. Dass aber gerade die Lippenlaute so frühzeitig in Anwendung gebracht werden, erklärt man in höchst plausibler Weise dadurch, dass man auf die Thätigkeit der Lippen bei Neugeborenen zurückgeht. Die Lippenmusculatur wird durch das Saugen an der Brust zuerst gekräftigt und in Anwendung gebracht, und daher kommt es dann, dass die Lippenmuskeln auch zunächst

bei der Production von Tönen vom Kinde benutzt werden. Da nun der A-Laut durch einfaches Hervorstossen der Luft beim einfachen Oeffnen des Mundes erzeugt wird, so ist es selbstverständlich, dass der A-Laut auch mit den Lippenbuchstaben combinirt wird, wodurch dann jene ersten Worte erzeugt werden, die die Kinder zunächst sprechen, die Worte Mama, Papa, Baba. Erst verhältnissmässig spät werden die andern Buchstaben erlernt, am schwierigsten das R und die Zischlaute, das X und Z, weil bei der Erzeugung derselben eine ganze Reihe von weiteren Veränderungen in der Stellung der einzelnen Mundtheile vorgenommen werden müssen und schon eine verhältnissmässig hohe Ausbildung der Kehlkopf- und Mundmusculatur erfordert wird.

Die Grundlaute der Sprache sind bei allen Völkerschaften dieselben. In ihrer späteren Ausbildung unterscheiden sich allerdings die Sprachen der einzelnen Völker oft bedeutend voneinander, indem gerade die complicirteren Laute in verschiedenen Graden ausgebildet sind, wodurch es oft unmöglich ist, dass einige Laute von verschiedenen Völkern gleich gut ausgesprochen werden.

Der Gesang entsteht dadurch, dass die Töne in regelmässiger Weise ausgesprochen und die einzelnen Laute mehr und mehr gedehnt werden. Das Pfeifen kommt zu Stande, indem man die Luft durch die verengerte Lippenspalte hindurchstösst und so hohe Schwingungen erzeugt.

D. Der Excretionsapparat des Körpers.

Unter Ausscheidungs- oder Excretionsorganen versteht man jene Theile des Organismus, welche die zersetzten und unbrauchbar gewordenen Substanzen des Körpers (mit Ausnahme der Excremente und der Kohlensäure) wieder nach aussen befördern müssen. Es sind dies stets Drüsenapparate, in welche das Blut hineintritt und welche aus dem Blute die Schlackenbestandtheile des Körpers entfernen und nach aussen ausstossen. In den Geweben nimmt das Blut nicht bloss die Verbrennungsproducte, Kohlensäure und Wasserdampf, auf, sondern es empfängt daselbst gleichzeitig die Substanzen, welche aus der Zersetzung der Eiweisskörper hervorgegangen sind und deren Verweilen in den Geweben für diese nicht von Vortheil sein würde. Als solche unbrauchbar gewordene Stoffe haben wir den Harn und zum Theil auch den Schweiss anzusehen. Es sind dies Gemenge von ganz verschiedenen Stoffen, welche sich dadurch auszeichnen, dass in ihnen Stickstoffverbindungen vorhanden sind. Als hauptsäch-

lichstes Organ für die Ausscheidung dieser Schlackenbestandtheile des Körpers haben wir die Nieren anzusehen. Wir haben daher im Folgenden den sogenannten Harnapparat genauer zu betrachten und werden dabei finden, dass derselbe mit den Geschlechtsorganen in eine gewisse Beziehung tritt, weshalb uns verschiedene Verhältnisse erst nach der Betrachtung des folgenden Abschnitts werden klar werden.

Die Nieren liegen in den Lendentheilen des Körpers, der hinteren Bauchwand ziemlich eng an. Sie stellen sich als zwei grosse bohnenförmige compacte Massen dar, welche neben dem untersten Rückenwirbel und den beiden ersten Lendenwirbeln liegen. Die rechte Niere liegt meist etwas niedriger als die linke; die zwölfte Rippe befindet sich ungefähr in der Nierenmitte. Die gesammte Länge einer jeden Niere beträgt 110—120 Mm. Ihre Breite schwankt zwischen 55—60 Mm. Die ausgehöhlte Fläche dieser bohnenförmigen Drüsen liegt nach der Wirbelsäule zu, die beiden Enden sind abgerundet, die nach aussen liegenden Seiten gebogen und die Innenseiten tief einspringend. Die Farbe der Nieren ist rothbraun. Das Gewebe ist nicht so brüchig und spröde wie das der Leber. Untersuchen wir die Nieren auf ihren feineren Bau hin, so finden wir, dass dieselben Drüsen darstellen, in welchen die Excretionsstoffe ausgeschieden werden. Durchschneidet man eine Niere durch einen Längsschnitt, so gewahrt man, dass nach aussen hin, an der gebogenen Seite, ein festeres Gewebe liegt, welches in ziemlich regelmässigen Gruppen angeordnet ist. Nach dem inneren Rande der Niere zu an der ausgebuchteten Seite lockert sich das Gewebe und schliesslich bekommen wir jederseits der Nieren einen grossen Hohlraum, in welchen verschiedene Kanäle einmünden. Die äussere feste Substanz nennen wir Rindensubstanz; in ihr bemerken wir bündelförmig verzweigte Theile, welche mit der schmalen Seite nach innen gekehrt sind und mit den stark ausgebreiteten Theilen unter der Nierenoberfläche liegen. Es sind dies die sogenannten Nierenpyramiden, deren 12—14 durchschnittlich in jeder Niere vorhanden sind; sie münden nach innen zu in kleinere Röhren aus, welche sich miteinander zu dem obengenannten grösseren Hohlraume vereinigen. Wir bezeichnen diese Vereinigung als Nierenbecken.

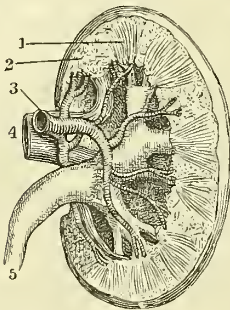


Fig. 19.
Schräger Frontalschnitt der rechten Niere, von hinten gesehen; der äusserste convexe Nierenrand unversehrt. Vergr. 1/3. 1 Nierenpyramide. 2 Rindensubstanz. 3 A. renalis. 4 V. renalis. 5 Ureter, sich in das Nierenbecken verzweigend; nebst den Blutgefässen injicirt. (Krause, Anat.)

Von ihm aus geht dann eine Röhre nach unten und schliesslich nach aussen, es ist der Harnleiter, welcher, wie wir sehen werden, an die Blase herantritt.

In den sogenannten Pyramiden finden wir nun eine grosse Anzahl nebeneinander verlaufender sehr feiner Kanälchen vereinigt. Dieselben gehen alle von den oben besprochenen Röhrchen aus, die in das Nierenbecken einführen. Zunächst verlaufen sie gerade und gestreckt gegen die Nierenoberfläche hin, wenn sie aber in deren Nähe sind, so beginnen sie sich zu schlängeln und zu knäueln, sodass die äussere Rindensubstanz eine grosse Menge dieser geknäuelten Kanälchen aufweist. Am Ende der Kanälchen, von denen aus eine mehr oder minder grosse Anzahl von Nebenzweigen abgehen kann, und an den Enden dieser Nebenzweige finden wir kleine bläschenförmige Erweiterungen, in welche Blutgefässe eintreten, um sich in ihnen zu verzweigen (Fig. 20).



Fig. 20.
Ans der Rindensubstanz der menschlichen Niere. *a* arterielles Stämmchen mit Abgabe der zuführenden Gefässe *b* des Glomerulus c^{*} c^{1}; *c* ausführendes Gefäss des letzteren; *d* die Erweiternng des Kanälchens mit ihrem Uebergang in das gewnndene Harnkanälchen der Rinde *e*. (Nach Todd-Bowman.)

Das eben besprochene Kanalsystem stellt die sogenannten Harnkanälchen dar, in deren Wandungen der Harn aus dem Blute, welches in die Nieren eintritt, ausgeschieden wird. In jene den Enden der Harnkanälchen aufsitzenden bläschenförmigen Erweiterungen tritt nun je ein kleines Arterienstämmchen hinein, dasselbe löst sich innerhalb der Blase in ein feines aufgeknäueltes Haargefässnetz auf und aus diesem Haargefässnetze führt eine kleine Vene das Blut wieder zurück. Nach ihrem Entdecker hat man diese Knäuel als Malpighi'sche bezeichnet. Das Blut tritt durch eine grössere Arterie ein und durch eine Vene wieder aus der Niere heraus; beide Gefässe münden in den Beckentheil der Niere.

Das in die Nieren einströmende Blut lässt innerhalb des Nierengewebes den Harn aus sich austreten, es wird derselbe durch die Wandungen der Blutgefässe und durch die Epithelien der Harnkanälchen hindurchfiltrirt. Es scheint, dass der eigentliche Harnstoff innerhalb der Harnkanälchen selbst abgeschieden wird und dass sich in den Knäueln und den Endkapseln Wasser aus dem Blute ausscheidet. Es sind hier auch die Epithelzellen der Harnkanälchenwandungen, welche den Durchtritt des Harns veranlassen. Aus den Harnkanälchen sammelt sich der Harn in dem Nierenbecken und von diesem wird er dann durch die Harnleiter hindurchgetrieben und in die weiter unten zu besprechende Harnblase übergeführt.

Wie wir schon gesehen haben, besteht der Harn zum Theil aus Schlackenbestandtheilen, d. h. also unbrauchbar gewordenen Körpern, welche das Blut innerhalb der verschiedenen Gewebe des Körpers aus den Zellen dieser Gewebe aufgenommen hat. Diese Körper sind Spaltungsproducte der Eiweissverbindungen, also des Eiweisses der verschiedenartigsten Zellen des Körpers. Die Menge des abgesonderten Harns hängt von der Flüssigkeitsmenge ab, welche im Körper vorhanden ist; im Durchschnitt beträgt die gesammte täglich ausgeschiedene Harnflüssigkeit 1—2 Liter. Am meisten wird der Harn in den Stunden von morgens bis nachmittags abgeschieden, am wenigsten im Laufe der Nacht.

Natürlich ist der grösste Theil des Harns Wasser und nur ein kleinerer Theil besteht aus festen Stoffen. Es finden sich innerhalb des Harns der sogenannte Harnstoff und die Harnsäure, Kochsalz, Phosphorsäure, Schwefelsäure und Ammoniak, also Körper von der allerverschiedensten Zusammensetzung. Man kann dieselben in zwei grosse Gruppen theilen, in die sogenannten stickstoffhaltigen und die stickstofffreien. Zu den stickstoffhaltigen gehört der Harnstoff und die Harnsäure. Vom ersteren werden täglich durchschnittlich 30 Grm. abgesondert; es steigt diese Absonderung nach Genuss grösserer Quantitäten stickstoffreicher Nahrung, also Fleisch, Eier, Leim u. s. w., sie wird vermindert bei Genuss von Fett oder Spirituosen. Weiterhin kann man sie verstärken durch reichliches Trinken, indem durch die aufgenommene Flüssigkeit der Harnstoff gleichsam aus dem Blute ausgewaschen wird. Es ist der Harnstoff ein Zersetzungsproduct der Eiweisskörper innerhalb des Organismus und es wird demnach natürlich um so mehr von ihm ausgeschieden werden können, je mehr Eiweisskörper in Gestalt von Fleisch u. s. w. dem Körper direct zugeführt werden.

Wenn die Harntheile allzulange im Blute verweilen, so treten nach und nach Störungen im Organismus auf und schliesslich wird der Tod durch allzugrosse Ansammlung des Harnstoffs innerhalb der Gewebe herbeigeführt.

Neben dem Harnstoffe wird die sogenannte Harnsäure ausgeschieden. Es ist dies eine Säure, welche sich im Harne meist an andere Körper gebunden zeigt, besonders an Natrium, sodass wir meist im Harne das harnsaure Natron finden. Ausserdem kann die Harnsäure noch an Calcium, Magnesium und Ammonium gebunden sein. Sie ist auch durch Oxydation, also Verbrennung der stickstoffhaltigen Körpertheile hervorgegangen, ist aber nicht ein so vollkommenes Verbrennungsproduct wie der Harnstoff; sie scheint sich zunächst zu bilden und dann innerhalb des Körpers in die Ureteren überzugehen.

Man bezeichnet solche Stoffe, welche früher nur als Product der Körperthätigkeit aufgefasst wurden, als organische Verbindungen und glaubte, dass sie nur innerhalb der Zellen des Organismus und im Organismus selbst erzeugt werden könnten. Man nahm hierzu eine eigene Kraft an, die Lebenskraft, welche alle Umsetzungen veranlassen sollte. Nun war es das grosse Verdienst des unlängst verstorbenen Prof. Wöhler, dass derselbe bei der Harnsäure nachwies, dass diese nicht allein im Organismus erzeugt werde, sondern dass sie auch künstlich aus unorganischen Stoffen im Laboratorium hergestellt werden könne. Seit dieser Zeit ist es uns gelungen, eine grosse Menge von sogenannten organischen Verbindungen künstlich aus einfacheren Verbindungen zusammenzusetzen und dadurch jenen unklaren Ideen von der Lebenskraft den Grund und Boden zu entziehen.

Die Harnsäure wird nun, wie wir schon sahen, innerhalb der Gewebe des Körpers gebildet, sie kann jedoch, ebenso wie der Harnstoff, nur durch ganz bestimmte Zellen hindurchgehen, und solche Zellen, welche diesen Durchtritt gestatten, finden wir in den Epithelzellen der Harnkanälchen. Wir haben auch hier wieder jene Erscheinung der Osmose, welche wir seiner Zeit bei der Besprechung des Verdauungsapparates näher betrachtet haben.

Ausser der Harnsäure finden sich noch andere organische Verbindungen im Harne des Menschen vor, so die Hippursäure in allerdings nur sehr geringen Mengen und das Kreatin. Die Hippursäure sowohl wie das Kreatin sind ziemlich complicirt zusammengesetzte organische Verbindungen, auf deren Bau wir nicht näher eingehen können, nur so viel sei erwähnt, dass sie auch stark stickstoffhaltig

sind. Bei verschiedenen Krankheiten kommen noch andere stickstoffreiche Körper im Harne vor, die wir hier aber nicht näher erwähnen können. Jene Verbindung zwischen Stickstoff und Wasserstoff, welche wir als Ammoniak bezeichnen, findet sich in Spuren stets im frischen Harne, es entsteht in grossen Mengen bei der Zersetzung des Harns durch Zerfallen des Harnstoffs.

Endlich können im Harne noch Eiweisskörper vorkommen, jedoch nur verhältnissmässig selten bei normalem Zustande des Körpers, in grossen Mengen aber bei gewissen Herz- und Nierenkrankheiten.

Seine Farbe erhält der Harn durch mehrere Farbstoffe, welche man noch nicht alle genau erkannt hat.

Von stickstofffreien Bestandtheilen finden wir im Harne den Traubenzucker, bei gewissen Krankheiten, der Zuckerruhr z. B., in oft bedeutenden Mengen, daneben noch eine Reihe von andern oben kurz erwähnten Säuren. Kochsalz ist constant sehr reichlich im Harne vertreten, ebenso findet sich häufig das Chlorcalcium.

Lässt man Harn stehen und setzt man ihn besonders einer niedrigeren Temperatur aus, so bemerkt man, dass aus demselben ein wolkiger bis dicker Niederschlag ausgeschieden wird, welcher besonders bei vorhandenen Verdauungsstörungen sehr stark sein kann und der durch die Ausscheidung von Harnsäuresalzen hervorgerufen wird.

Der Stoffwechsel im Körper.

Der Stoffwechsel geht im Körper natürlich derartig vor sich, dass innerhalb einer gewissen Zeit alle Einnahmen des Körpers den Ausgaben desselben gleichkommen. Mit der Nahrung und dem Sauerstoffe nehmen wir täglich eine grosse Menge von Substanzen von aussen auf, durch die verschiedenen Organe des Körpers, durch die Lungen, die Nieren, die Haut u. s. w. scheiden wir aber eine beinahe ebenso grosse Menge von Substanzen wieder ab. Da nun in der aufgenommenen Nahrung, welche ja zum Theil aus sogenannter organischer Substanz besteht, also aus Fleisch, Milch, Eiern und Pflanzentheilen, eine grosse Menge von sogenannten Spannkräften in den Körper eingeführt wird, so werden auch diese Kräfte bei der Zersetzung der betreffenden Producte frei und verwandeln sich in sogenannte lebendige Kraft, welche wir im Organismus als Wärme zu erkennen vermögen. Es geht nämlich die Bildung von organischen Stoffen, z. B. die Bildung von Pflanzenbestandtheilen nur vor sich, wenn gewisse Kräfte gleichzeitig bei der Aufnahme der Nahrung

wirksam sind. Eine Pflanze z. B. nährt sich von Wasser, von Kohlensäure, welche sie aus der Luft aufnimmt, und von verschiedenen Salzen, welche sie in Lösung innerhalb der Erde findet, aber wenn wir auch diese Bestandtheile alle ruhig nebeneinander legen würden, könnte doch niemals der Fall eintreten, dass sie sich ohne weiteres zu verschiedenen Verbindungen vereinigten; es bedarf hierzu noch zweierlei, erstens eines Apparates, innerhalb dessen die Substanzen in der richtigen Weise gemengt und vermischt werden und innerhalb dessen sie auch zum Theil in ihre Molecüle, also in ihre einzelnen Theilchen zerfallen. Um nun aus ihnen complicirtere Verbindungen, die sich im Körper finden, zu bilden, muss noch ein zweites Moment hinzutreten, durch welches die einzelnen Theilchen wieder vereinigt werden. Dies haben wir bei der Pflanze im Sonnenlicht und in der Wärme. Durch den Einfluss der Licht- und Wärmeschwingungen, also zweier sogenannter lebendiger Kräfte, werden aus den Substanzen, welche die Pflanze aufgenommen hat, organische Verbindungen zusammengesetzt. Diese Verbindungen haben die lebendigen Kräfte, Licht und Wärme, gleichsam in sich abgelagert, d. h., wenn wir sie zerstören, wird Licht und Wärme wieder frei. Die so abgelagerten Kräfte bezeichnen wir als Spannkräfte. Wenn wir heutzutage Steinkohlen verbrennen, so zerlegen wir die Substanz der Kohle unter Zuführung von Sauerstoff, dabei werden die Spannkräfte, welche sich in den Pflanzen, aus denen die Steinkohlenstämme sich aufgespeichert haben, vorfinden, frei und treten als lebendige Kräfte, als Licht und Wärme auf. Ebenso ist es beim Menschen. Wenn derselbe Pflanzenkost oder überhaupt organische Kost geniesst, so werden unter Hinzutritt des Sauerstoffs die in dieser Nahrung vorhandenen Spannkräfte frei; als lebendige Kraft bemerken wir die Production einer oft beträchtlichen Wärme.

Allerdings werden nun auch gleichzeitig im Körper wieder Spannkräfte aufgespeichert dadurch, dass ein Theil der entstehenden Wärme dazu verwandt wird, innerhalb der verschiedenen Gewebe, besser gesagt, der Zellen derselben, organische Verbindungen zu erzeugen und dabei lebendige Kräfte zu verarbeiten.

Wenn wir uns nun den ganzen Stoff- und Kraftwechsel im Körper noch einmal in einer kurzen Uebersicht klar zu machen versuchen, so finden wir, dass der Mensch Sauerstoff und Wasser, Salze, Fett, Stärke und Spirituosen und eine grössere Menge von Eiweiss aufnimmt. Aus denselben bildet sich innerhalb des Körpers eine Reihe von sogenannten organischen Säuren und Fettsäuren, Fett und verschiedene Stickstoffverbindungen, die wir zum Theil als Eiweiss

oder Zellplasma bezeichnen. Ein Theil des Fettes und der Eiweisskörper wird zurückbehalten, ein anderer Theil wird aber umgesetzt, er bildet unter Aufnahme von Sauerstoff eine Reihe von Zersetzungsproducten, bei welchen Kohlensäure und Wasser, Harn, Schweiss und verschiedene andere Stoffe gebildet und dann nach aussen abgeschieden werden. Dabei tritt deutlich zu Tage, dass die ausgeschiedenen zuletzt genannten Verbindungen und die Zunahme, welche der Körper durch Bildung neuer Stoffe erfahren hat, in engem Zusammenhange mit den zuerst erwähnten aufgenommenen Substanzen stehen. Gerade in seiner Ernährung ist der menschliche Körper vollständig von den übrigen Organismen abhängig, er bedarf diese oder doch Theile derselben zu seiner Nahrung, und daher mag es gestattet sein, an dieser Stelle ganz kurz den allgemeinen Stoffwechsel in der Natur überhaupt mitzutheilen. Von der organlosen Körperwelt sind zunächst und direct die Pflanzen abhängig. Dieselben verbrauchen Kohlensäure, Wasser, einfache unorganische Stickstoffverbindungen (Ammoniak und salpetersaure Verbindungen), sowie verschiedene Salze. Sie bilden aus denselben unter Einwirkung von Licht und Wärme Sauerstoff, Kohlenhydrate (Stärke, Zucker), Fette und Eiweisskörper (Inhalt der lebenden Zellen). Das Thier hinwiederum und so auch der Mensch verbrauchen während ihrer Lebenszeit die von der Pflanze producirten Stoffe, sie athmen Sauerstoff ein, nehmen Kohlenhydrate, Fette und Eiweisskörper auf und verarbeiten dieselben innerhalb ihres Körpers (s. S. 41). Die Spaltungsproducte, welche sie wieder ausscheiden, bestehen aus Kohlensäure, Wasser und verschiedenen Stickstoffverbindungen, welche nun ihrerseits wieder von der Pflanze vollständig aufgenommen werden und zur Erhaltung des Pflanzenlebens dienen. Die lebendige Kraft, welche die Sonne uns zukommen lässt, wird von der Pflanze als Spannkraft in den Zellsubstanzen abgelagert. Das Thier nimmt diese Verbindungen auf und in seinem Körper verwandeln sich diese Spannkräfte wieder zu lebendiger Kraft, zu Wärme. Wie eng das Thier- und Pflanzenleben zusammenhängen, kann man leicht durch ein einfaches Experiment klar machen. Bringt man z. B. in drei gleich grosse, fest verschliessbare Gläser Wasser hinein und setzt man in eins dieser Gläser nur Wasserpflanzen, in das zweite nur Wasserthiere, in das dritte aber Wasserpflanzen und Wasserthiere nebeneinander und lässt man diese drei Gläser längere Zeit dem Licht und der Wärme ausgesetzt stehen, so wird man alsbald gewahren, dass in jenen Gläsern, in welchen nur Pflanzen oder Thiere vorhanden waren, das Leben nach und nach erlischt, während das Glas,

welches Pflanzen und Thiere nebeneinander beherbergte, nur geringe Veränderungen zeigt; die Pflanzen grünen und gedeihen ruhig weiter, die verschiedenen Thiere tummeln sich zwischen ihnen herum, beide gedeihen nebeneinander und durcheinander. Man kann solche Gläser jahrelang unentkorkt aufbewahren, ohne dass das Leben in ihnen zu Grunde geht.

Weiterhin hat man den menschlichen Organismus mit Fug und Recht mit einer Dampfmaschine verglichen. Ebenso wie eine solche, wenn sie arbeiten soll, mit Kohlen und Wasser geheizt und gespeist werden muss, ebenso muss auch der Organismus Stoffe aufnehmen, um die einzelnen Organe arbeiten zu lassen. Bei der Dampfmaschine werden auch die Spannkräfte, welche in der Kohle aufgespeichert liegen, unter Zufuhr von Sauerstoff frei gemacht und treten als lebendige Kraft, als Licht und Wärme zu Tage. Die Wärme wirkt auf das Wasser ein und verleiht den Molecülen desselben Eigenschaften, welche ihnen für gewöhnlich nicht eigen sind, sie dehnen sich aus, werden gasförmig und vermögen nun zu arbeiten und den Mechanismus der Maschine in Bewegung zu setzen, wobei die einzelnen Bewegungen und die Arbeit, welche die Maschine leistet, ganz genau der Zufuhr von Speisewasser und von Brennmaterial (von Spannkräften) entsprechen. Die Arbeit hört auf, sowie die Maschine nicht mehr gespeist wird, d. h., sowie die treibenden Kräfte in ihr erloschen sind. Genau so verhält es sich auch im menschlichen Organismus; soll er arbeiten, so muss er gespeist werden und es muss ihm das nöthige Brennmaterial zur Erzeugung der Wärme zugeführt werden. An Stelle des Speisewassers bei der Maschine setzen wir beim Menschen Wasser und die eiweisshaltige Nahrung, an Stelle der Kohle bei der Maschine setzen wir im menschlichen Organismus das aufgenommene Fett, Stärke, Zucker und Spirituosen, und daher erklärt es sich auch, dass die Völker in kalten Gegenden, wo der Körper sich schnell abkühlt und viel Wärme nutzlos verloren geht, eine grosse Menge von Heizmaterial aufnehmen müssen und in der That auch in Gestalt von Fett, Branntwein u. s. w. aufnehmen, während diese Stoffe dem Menschen schaden können, wenn sie derselbe aufnimmt, solange er warme Gegenden bewohnt oder innerhalb hoher Temperatur arbeiten muss. Wer viel geistige Arbeiten zu verrichten hat, wird sich nie und nimmer mit Tagelöhnernahrung begnügen können, denn die Thätigkeit des Gehirns verlangt Eiweissstoffe zur Umsetzung, während der im Freien mit seinen Muskeln arbeitende Tagelöhner verhältnissmässig wenig Eiweissstoffe, dafür aber unter allen Umständen Fette oder Spirituosen geniessen muss,

um die bei der Muskelthätigkeit verbrauchte Wärme schnell zu ersetzen und zu neuer Arbeit geschickt zu sein. Diese Beispiele mögen genügen, um uns klar zu machen, in welchem Zusammenhange die Arbeit des Menschen mit der aufgenommenen Nahrung steht, und sie werden uns ebenfalls zeigen, dass die verschiedenen Organe des Körpers, also der Verbrennungsapparat, die Athmungsorgane, der Blutgefässapparat und der Excretionsapparat in einen ganz engen Zusammenhang treten, wenn der Körper normal functioniren soll.

E. Die äussere Haut.

Nach aussen zu wird der gesammte menschliche Körper von einer Schicht bedeckt, die sich leicht von den übrigen Organen trennen lässt und vermöge ihrer eigenthümlichen Ausbildungsweise als selbstständiges Organ des Körpers auftritt. Es ist dies das, was wir bei den Thieren als Fell bezeichnen.

Diese äussere Haut stellt sich schon oberflächlich betrachtet in ganz verschiedener Form dar: zum Theil ist sie weich, unbehaart, wenig oder stark mit Haaren bewachsen, zum Theil ist sie hart, schwielig; wie sie aber auch immer ausgebildet sein mag, stets ist sie äusserst elastisch und fest. Im Folgenden haben wir zunächst das eigentliche Hautgewebe zu betrachten und daran anknüpfend diejenigen Theile der Körperbedeckung, welche aus den äusseren Hautzellen hervorgegangen sind, die Nägel und Haare.

Die eigentliche Haut wird aus verschiedenen Schichten zusammengesetzt, aus Schichten, welche blätterartig übereinander gelagert sind und die sich sowohl in ihrem Bau als auch in ihren physiologischen Functionen wesentlich voneinander unterscheiden.

Wenn wir von innen nach aussen gehen, so haben wir zunächst, den inneren Organen des Körpers aufliegend, eine der Hauptsache nach aus Bindegewebe gebildete Schicht, welche wir als Lederhaut bezeichnen. Sie bildet die feste elastische Grundlage der gesammten äusseren Körperbedeckung, in ihr verlaufen die Blutgefässe und Nerven, welche die Ernährung der Haut und das Vermögen der Empfindung übernehmen müssen. An ihrer Oberfläche trägt diese Lederhaut zahlreiche Hervorragungen, welche wir als Papillen bezeichnen. In diese Papillen, welche zottenförmig in die oberste, weiter unten zu besprechende Hautschicht einspringen, setzen sich die letzten Theile der Nervenästchen und die Blutgefässe in ihren feinsten Verzweigungen fort. Die Nervenfasern treten hier an die sogenannten Tastkörperchen heran, durch sie wird der äussere Ge-

fühlssinn localisirt. Die Hauptmasse dieser Papillen besteht auch wieder aus einem festen Bindegewebe.

Den unteren Theil der Lederhaut bezeichnet man als Unterhautbindegewebe. Hier sind zwischen die Bindegewebsfasern zahlreiche Fettpartikelchen eingelagert. Sie bilden das Fettpolster um den Körper herum, das besonders bei Mädchen und jungen Frauen normal stark entwickelt ist, das aber auch unter Umständen bei allen Geschlechtern eine nicht mehr normale mächtige Entwickelung erreichen kann. In diesen unteren Hautzellgeweben liegen die

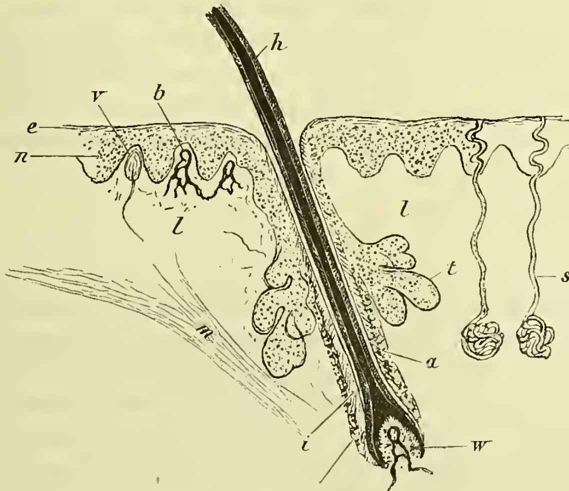


Fig. 21.

Querschnitt durch die äussere Haut, schematisirt. *e* Oberhautschicht, *n* tiefere Schichten, sogenanntes Malpighi'sches Netz, *l* Lederhaut, dieselbe springt mit zahlreichen Papillen in die Oberhaut vor, *v* Papille, welche ein Tastkörperchen enthält, *b* Papille mit einem Blutgefäss, *h* Haar, *a* äussere Wurzelscheide, *i* innere Wurzelscheide desselben, *w* Haarwurzel, in welcher ein schlingenförmiges Blutgefäss verläuft, *t* Talgdrüsen, *s* Schweissdrüsen (die langgestreckten Drüsengänge knäueln sich unten dicht auf).

grösseren Hautblutgefässe und Hautnerven, sowie die letzten Endigungen der Hautdrüsen (Talg- und Schweissdrüsen).

Ueber der Lederhaut liegt nun an allen Stellen die sogenannte Oberhaut oder Epidermis. Dieselbe zeigt auch einige Schichten, aber von wesentlich einfacherem Bau als die eben besprochene Lederhaut. Sie besteht der Hauptsache nach aus einer unteren, der sogenannten Schleimschicht, und einer oberen, tiefer liegenden, ganz zu äusserst befindlichen Hornschicht. Die Schleimschicht oder das Malpighi'sche Netz besteht aus zahlreichen, übereinander gelegenen Zellschichten. Die unteren Zellen sind länglich-oval, die oberen etwas mehr eckig. An diese Zellen sind die Farbstoffe der Haut gebunden,

indem bei den farbigen Hautstellen der Weissen, sowie bei der gesammten Haut der Farbigen in diesen Zellen gelbe bis dunkelbraune Farbstoffkügelchen abgelagert sind. Je näher wir der Oberfläche der Haut kommen, um so mehr verschwinden diese Farbstoffe, in den äussersten Zellschichten fehlen sie schliesslich vollständig. Ueber dieser Schleimschicht liegt, durch eine dünne, scheinbar scharf begrenzte Zone von ihr getrennt, die Hornschicht. Die Zellen derselben enthalten in den tiefer gelegenen Theilen noch lebendes Plasma, in den zu äusserst gelegenen bestehen sie jedoch nur aus Membransubstanz. Die Gestalt der Hornhautzellen ist blatt- oder pflasterartig. Von der unteren Schleimhaut werden fortwährend neue gebildet, an der Oberfläche des Körpers findet ein stetes Abschuppen der äussersten verhornten Zellschichten statt. In der Haut finden sich die sogenannten Talg- und Schweissdrüsen eingelagert. Von hier aus entwickeln sich die Haare und Nägel. Diese Gebilde haben wir jetzt zu besprechen, während die Tastkörperchen bei den Sinnesorganen abgehandelt werden müssen.

Die Haare.

Während der Körper der meisten Säugethiere an allen Stellen ziemlich gleichmässig mit Haaren bewachsen ist, bemerken wir, dass der Körper des Menschen in ganz verschiedener Weise behaart erscheint. Nur in sehr seltenen abnormen Fällen kommt noch eine Behaarung der ganzen Körperoberfläche vor, meist sind es nur bestimmte Theile, welche noch eine stärkere Behaarung zeigen, während die Hauptmasse des Körpers nur mit ganz kleinen Härchen bedeckt erscheint. Am mächtigsten entwickeln sich die Haare des Kopfes, welche besonders bei Frauen eine Länge von einem Meter und mehr erreichen können, während die Kopfhaare des Mannes verhältnissmässig kurz bleiben. Dafür tritt bei diesem ein mehr oder minder starker Bartwuchs ein. Stark behaart sind die Schamgegend und die Achselhöhlen, sowie beim Manne die Brust.

Wenn wir die Haare nun vom entwickelungsgeschichtlichen Standpunkte aus betrachten, so ist bei denselben zunächst zu bemerken, dass sie den Federn der Vögel und den Schuppen der Reptilien nach dieser Seite hin vollständig gleichwerthig sind. Alle diese Gebilde sind Producte der äusseren Epidermiszellen. Sie legen sich in ziemlich gleichartiger Weise an, wenn auch ihre spätere Structur in manchen Punkten voneinander abweicht.

In ihrer ersten Anlage stellt ein Haar weiter nichts dar als eine Wucherung der Schleimschicht in die unter ihr liegende Leder-

haut. Aus den Zellen dieser Wucherung differenziren sich dann die peripherisch gelagerten von den central gelegenen. Der unterste Theil derselben wird zu einer sogenannten Papille, der mittlere Theil wird zum eigentlichen Haarschaft und aus den Seitentheilen bilden sich die Hüllen um den unteren Haartheil und die neben den Haaren verlaufenden Talgdrüsen. Wenn wir uns nun die Haut, welche die Haare trägt, so durchschnitten denken, dass der Schnitt in der Länge eines Haares geht, so gewahren wir bei einer mikroskopischen Betrachtung einer solchen Schnittfläche ungefähr Folgendes (s. Fig. 21):

Ganz zu äusserst zieht sich in einer Schicht die Epidermis mit der unter ihr liegenden Schleimschicht hin. An der Stelle, wo ein Haar eingelagert ist, bemerkt man, dass sich die Oberhautschichten so tief in das Innere der Haut zurückziehen, als das Haar in derselben eingewachsen ist, was ungefähr 2 Mm. beträgt. Von der Schleimhaut gehen, ungefähr $^1/_2$ Mm. von der Körperoberfläche entfernt, rechts und links neben den Haaren ein paar lappige Drüsen ab, welche wir als Haarbalgdrüsen bezeichnen. Dieselben scheiden eine talgartige Substanz aus, welche das Haar fortwährend einfettet und dazu beiträgt, dass dasselbe geschmeidig bleibt und seinen Glanz behält. Ganz unten bemerkt man eine kleine keulige Auftreibung, durch welche das Haar mit der Haut verwachsen ist. Es ist diese Auftreibung die sogenannte Haarwurzel oder Haarzwiebel, von der aus das Wachsthum des Haares vor sich geht und mit deren Zerstörung eine vollständige Vernichtung des Haares stattfindet. Von unten her tritt in diese zwiebelartige Anschwellung eine kleine kegelförmige Papille herein, in welcher sich ein kleines schlingenartiges Blutgefäss und eine Nervenendigung vorfinden; beide sorgen dafür, dass das Haar gehörig ernährt wird und weiter wachsen kann. Das Haar selbst besteht aus einem geschichteten, ausgetrockneten Gewebe. Im Innern bemerkt man einen gefärbten Streifen, welcher die sogenannte Markzellschicht bildet und den Haaren die Farbe verleiht. Nach aussen zu liegt dann die sogenannte Rindensubstanz, welche aus festverkitteten, spindelförmigen, platten Zellen besteht. Ganz zu äusserst liegt noch ein Oberhäutchen, welches aus verhornten kernhaltigen platten Zellen gebildet wird. Die Schicht, welche den in der Haut liegenden Theilen des Haares direct anliegt, bezeichnet man als Wurzelschicht und man unterscheidet da die äussere, die der Schleimschicht aufliegt, und die innere, welche der Haarwurzel anliegt.

Die Nägel.

In ganz ähnlicher Weise, wie sich die Haare bilden, entwickeln sich auch die Nägel, welche bekanntlich die äussersten Glieder der Hände und Füsse bedecken. Unter dem Nagel liegt an der Stelle, wo derselbe in das Fleisch hinten eingewachsen ist, bis zum vorderen Rande die vollständig fettlose Lederhaut, welche auf ihrer Oberfläche in verschiedenen Längsleisten vorspringt und zwischen diesen Leisten das sogenannte Bett des Nagels eingesenkt zeigt. Dieses Bett ist auch wieder aus dem Malpighi'schen Schleimnetz hervorgegangen, über ihm liegt die hornige Nagelsubstanz. An seinem hinteren Theile steckt diese Nagelsubstanz in dem Gewebe der Zehen, resp. Finger. Sie schiebt sich scheinbar keilförmig in eine Hautfalte ein und wird hier als Nagelwurzel bezeichnet. Die Fleischschicht, welche hüllenartig um diese Wurzel herum liegt, heisst die Nagelscheide. In ihr wird fortwährend neues Hornmaterial gebil-

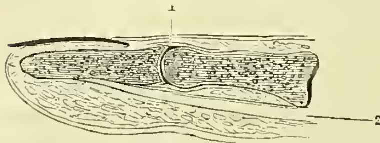


Fig. 22a.
Längsschnitt der beiden letzten Glieder des Zeigefingers. N. Gr. 1 Drittes Fingergelenk. 2 Sehne des tiefen Fingerbeugemuskels. (Krause, Anat.)

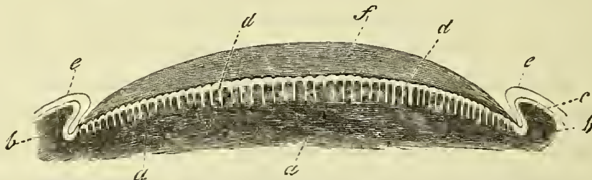


Fig. 22b.
Nagel und Nagelbett, querüber senkrecht durchschnitten. *a* Das Nagelbett mit den Leistchen der Lederhaut; *b* Seitentheile jenes, den seitlichen Nagelfalz bildend; *c* sein Malpighi'sches Schleimnetz; *e* seine Hornschicht; *d* das Malpighi'sche Netz des Nagels zackig zwischen die Leistchen des Nagelbetts eingreifend; *f* die Hornmasse des Nagels. (Nach Kölliker.)

det, welches dann langsam nach vorn wächst und die hornige Nagelsubstanz repräsentirt. Die Epidermis geht an der Nagelwurzel eine kurze Strecke auf den Nagel über und schliesst sich vorn gleich unter dem freien Rande des Nagels an diese wieder an. Der freie Rand schiebt sich allmählich vor und kann, falls er nicht verschnitten wird, eine ziemliche Länge erreichen. Das Nagelgewebe wird von den Blutgefässen des Nagelbetts und Nagelfalzes ernährt.

Die Haare haben ursprünglich als wärmeschützende Hüllen für den Körper gedient, sie sind verschwunden und müssen nun durch eine geeignete Kleidung ersetzt werden. Die Nägel, welche den

Klauen und Hufen der Säugethiere entsprechen, werden hin und wieder noch von den Menschen als Kratzinstrumente gebraucht, haben aber einen grossen Theil ihrer Function eingebüsst.

Die Drüsen der Haut.

Dreierlei verschiedene Drüsen sind in die äussere Haut des Menschen eingelassen oder bilden sich von hier aus. Es sind dies die Schweissdrüsen, die Talgdrüsen und beim Weibe die Milchdrüsen.

Die Schweissdrüsen. Wenn man einen senkrechten Schnitt durch die Haut betrachtet, so gewahrt man, wie von der Oberfläche der Epidermis durch die obere Haut hindurch zahlreiche feine gewundene Kanälchen verlaufen, welche sich durch die Lederhaut fortsetzen und schliesslich sich zu einem kleinen Knäuel aufwinden. Betrachtet man diese Kanälchen genauer, so bemerkt man, dass sie in den aufgeknäuelten Abschnitten aus Drüsenzellen gebildet werden. Diese Drüsenzellen haben die wichtige Function, aus den inneren Hautschichten Flüssigkeit aufzusammeln und als Schweiss nach aussen hin abzuscheiden. Dieser stellt sich als eine klare wässerige Flüssigkeit dar, in welcher einige Salze in Lösung vorhanden sind; er dient dazu, die Körpertemperatur zu reguliren, besonders tritt er bei hoher Temperatur auf und entzieht dann dadurch, dass er verdunstet, dem Körper eine beträchtliche Menge Wärme. Es geht die Schweissabsonderung besonders im Sommer vor sich, im Winter gewöhnlich gar nicht, sie ist stark bei fetten, weniger stark bei mageren Individuen.

Die Talgdrüsen sind in der Regel an die Haarwurzeln gebunden, viele derselben münden aber auch direct auf der äusseren Haut aus, wie z. B. die der Nase und des Gesichts. Jede Drüse besteht aus länglichen, traubig ausgebildeten Drüsenschläuchen, welche sich sehr bald zu einem gemeinsamen Ausführungsgange vereinigen. Die Wandungen eines Drüsenschlauchs setzen sich natürlich auch wieder aus Drüsenzellen zusammen, welche ein fettiges, als Talg bezeichnetes Secret ausscheiden. Dasselbe dient, wie schon erwähnt, theils zum Anfetten der Haare, theils aber auch zum Geschmeidigmachen und Fetthalten der Haut.

Die Milchdrüsen, welche sich bei den Säugethieren an zahlreichen Stellen der Bauchfläche meist in der Nähe der Geschlechtsorgane entwickeln, finden wir bei dem Menschen nur im Brusttheile. Sie kommen bloss beim Weibe zur vollständigen Ausbildung, während sie beim Manne rudimentär bleiben. Sie sind nicht fortwährend in Function, sondern entwickeln sich beim Weibe erst zur Zeit der Schwangerschaft zu ihrer vollen Grösse. Die Milchdrüsen sind auch

traubige Drüsen, welche sich mehr oder minder weit durch den gesammten Brusttheil hin entwickeln und schliesslich mit einigen wenigen ausführenden Kanälen zwischen den Falten der Brustwarzen durch kleine Oeffnungen nach aussen münden. Gleich vor der Mündung sind die Drüsen etwas erweitert, ungefähr zu 5—7 Mm. langen Anschwellungen, den sogenannten Milchbehältern. In die Milchdrüsen wird die für die Ernährung des neugeborenen Kindes so überaus wichtige Milch abgeschieden. Diese Milch entsteht zum Theil aus den weissen Blutkörperchen, welche wir schon S. 14 besprochen haben. Da dieselbe für das Leben eine so grosse Bedeutung hat, wird es gut sein, dass wir sie an dieser Stelle etwas näher betrachten. Die Frauenmilch unterscheidet sich im Grossen und Ganzen sehr wesentlich von der Milch der übrigen Säugethiere und daher kommt es, dass die Neugeborenen nicht leicht mit reiner Kuhmilch u. s. w. aufzuziehen sind. Diese Unterschiede beruhen nicht allein auf chemischen Zusammensetzungen, sondern hauptsächlich auch auf der Fähigkeit des Gerinnens im Magen des Kindes. Während Kuhmilch im Magen des Menschen in grossen zusammenhängenden Massen gerinnt, nimmt die Frauenmilch daselbst eine äusserst feinflockige Beschaffenheit an.

Was nun ihre Zusammensetzung angeht, so erscheint die Milch als eine undurchsichtige, bläulich- oder gelblichweisse Flüssigkeit, die einen süsslichen Geschmack besitzt und schwach alkalisch reagirt. In 100 Gewichtstheilen Milch sind ungefähr 90 Gewichtstheile Wasser und 10 feste Stoffe, nämlich: 4 Käsestoffe und Eiweiss, 3 Butter (Fett), 2,86 Milchzucker und 0,14 Salze.

Betrachtet man die Milch unter dem Mikroskope, so gewahrt man, dass in ihr einige festere Elemente und eine grosse Menge kleiner Fetttröpfchen sind, welche der sonst klaren Milchflüssigkeit das weisse Aussehen verleihen. Die festen Bestandtheile sind in nur verschwindend geringer Menge vorhanden, sie bestehen aus Resten der Drüsenzellen u. s. w. und haben für die Milch weiter keine Bedeutung. Wichtiger sind die Fettkügelchen, welche sich in verschiedenen Grössen finden und oft dicht bei einander gelagert die Substanz der Milch durchsetzen. Anfänglich sind diese Fettkügelchen noch in Membranen eingeschlossen und werden dann als sogenannte Colostrumkörperchen bezeichnet. Sie sind wahrscheinlich die Producte der zerfallenen Lymphzellen.

Der Käsestoff der Milch ist das hauptsächlich Nahrhafte in ihr; man kann ihn leicht zur Anschauung bringen, wenn man etwas Milch mit verdünnter Essigsäure versetzt und erwärmt, woraufhin er in

mehr oder minder grossen Ballen gerinnt. Die in Lösung vorkommenden nicht organischen Bestandtheile bestehen aus verschiedenen Salzen, welche sich als Kalisalze, Natronsalze und Eisensalze, besonders als Chlorcalcium, dann aber auch als phosphorsaurer Kalk vorfinden.

Ebenso ist eine Zuckerart, der Milchzucker, in Lösung. Er bildet dadurch, dass er eine Zersetzung erfährt, beim Sauerwerden der Milch die sogenannte Milchsäure.

Die Milch der Kühe und Ziegen unterscheidet sich von der Frauenmilch durch grösseren Gehalt an festen Stoffen, Käsestoff und Fetten. Wenn also Kinder mit Milch anderer Säugethiere aufgezogen werden sollen, so ist es nöthig, dass diese Milch in der richtigen Weise verdünnt wird.

Die Absonderung der Milch erfolgt kurz nach der Entbindung, sie nimmt dann bis zu einem gewissen Zeitpunkte zu und darauf langsam wieder ab, sie hört auf, wenn die Milch nicht mehr entleert wird, kann aber unter Umständen jahrelang andauern. Die Menge der abgesonderten Milch und die Qualität derselben hängt von der aufgenommenen Nahrung ab. Die erstere wird vermehrt durch den Genuss von eiweisshaltigen Stoffen und vielen Wassers.

Beim Manne sind die Milchdrüsen rudimentär geblieben. Ob jene Fälle, in denen berichtet wird, dass Männer Milch erzeugt hätten, auf Wirklichkeit beruhen, wage ich hier nicht zu entscheiden, es erscheint jedoch dem Bau der männlichen Milchdrüsen entsprechend ziemlich unwahrscheinlich.

Der Skelett- und Muskelapparat.

Als eigentlich animalisches Organsystem ist der obige Apparat zu betrachten. Er dient der Hauptsache nach den verschiedenen Bewegungen des Körpers und versieht ausserdem noch die Function des Schutzes einiger innerer, edler Organe. Für gewöhnlich betrachtet man das Skelett gesondert von dem Muskelsystem. Eine solche Betrachtungsweise mag auch wohl in einer streng descriptiven Anatomie am Platze sein, für unsere Zwecke ist es aber absolut nothwendig, dass das Zusammengehörige nebeneinander betrachtet werde.

Unter Skelett verstehen wir jene, zum Theil aus unorganischer Substanz aufgebauten Theile des Körpers, welche nebeneinander und untereinander verbunden die Stützen für den gesammten Organismus und die Hebelarme für die verschiedenen Bewegungen abgeben. Die einzelnen Skeletttheile bestehen zum grössten Theil aus Knochen, zum

geringeren Theil aus Knorpelgewebe. Die Knochen sind in der Form von Platten, Leisten, Säulen und Röhren entwickelt, sie bestehen aus ungefähr 213 einzelnen Stücken, welche meist untereinander und miteinander durch Knorpel und Sehnen verbunden sind und das Knochengerüst oder Gerippe aufbauen. Nur ein Knochen, nämlich der als Zungenbein bekannte, ist ausser dem Zusammenhange der übrigen Skeletttheile.

Die Muskeln umgeben zunächst schlauchartig den ganzen Rumpftheil des Körpers, sie überziehen den Kopf mit einer dünnen Lage, nehmen aber auch an andern Stellen, so zwischen den Kiefern, an den Armen und Beinen mächtige Dimensionen an. Dort, wo sie Bewegungen des Körpers auszuführen haben, sind sie mit den einzelnen Skelettstücken in Zusammenhang getreten und zwar gehen sie stets von einem Skeletttheile zu einem neben oder doch in der Nähe liegenden über. Sie sind es, welche den Hebelapparat, der durch die Knochen repräsentirt wird, in Bewegung setzen, sie bewegen aber auch, ohne in vielen Fällen mit dem Skelett in Verbindung zu stehen, in einzelnen Theilen des Körpers gewisse Organe desselben. Ganz von dem Skelett losgelöst sind die Muskeln des Herzens und der Gefässe, sowie die des Eingeweidesystems und der äusseren Haut.

Man kann an dem Körper des Menschen mehrere Haupttheile unterscheiden. Die wichtigsten derselben sind der Kopf, der Hals, der Rumpf und die Gliedmassen. Da diesen Unterabtheilungen je besondere charakteristische Skeletttheile eigen sind, so wollen wir im Folgenden den Skelett- und Muskelapparat nach diesen Unterabtheilungen betrachten.

Alle Knochen des Körpers müssen bis zu einem gewissen Grade wachsen, oft um das Vielfache ihrer Länge oder ihrer Fläche. Dies Wachsthum geht aber nicht bei allen Knochen gleichmässig vor sich und hört auch nicht bei allen Knochen in demselben Lebensjahre auf, denn während einige schon in den ersten Jahren zu verschmelzen beginnen, wachsen andere bis zur Zeit der Geschlechtsreife und darüber hinaus bis zu Anfang der zwanziger Jahre. Das Wachsthum der Knochen geschieht nicht dadurch, dass fortwährend an allen Theilen Knochensubstanz eingelagert wird, sondern es geht in verschiedenen Schichten am Knochen vor sich. Diese Schichten, welche man als Nähte oder Suturen bezeichnet, werden wir später bei Betrachtung der einzelnen Skeletttheile noch zu erwähnen haben.

Die Verbindung zweier Knochen miteinander kann eine sehr verschiedene sein: erstens können die aneinander stossenden Ränder verschmelzen, zweitens können die Knochen durch eine etwas be-

wegliche Knorpelschicht miteinander verbunden werden, sogenannte falsche Gelenke, oder es können die sich berührenden Knochen mit freien Flächen nebeneinander liegen und beweglich sein, wie wir es bei den eigentlichen Gelenken finden. Die Gelenke können nun wieder Berührungsgelenke, Schleifgelenke oder Doppelgelenke sein. Bei den Berührungsgelenken liegen nur kleinere Partien der sich berührenden Knochen direct aneinander. Die Bewegungen vermittelst eines solchen Gelenkes sind sehr beschränkte. Bei den Schleifgelenken berühren sich die aneinander stossenden Knochentheile vollständig mit kugel-, cylinder- oder ellipsoidartigen Flächen. Zu den Schleifgelenken gehören die meisten Gelenkverbindungen des Körpers und wir werden sie gleich weiter unten noch näher zu besprechen haben. Doppelgelenke finden sich nur selten, z. B. Kniegelenk, Kiefergelenk, Handgelenk. Zwischen je zwei durch ein Gelenk miteinander verbundenen Knochen sind aus verschiedenen Gründen Knorpelschichten eingeschaltet.

Die wichtigsten Formen der Schleifgelenke sind das Kugelgelenk, das Sattelgelenk, das Cylindergelenk und die sogenannten straffen oder Wackelgelenke. Bei allen diesen Gelenken ist ein Endstück ausgehöhlt und das andere nebenliegende dieser Höhlung entsprechend gewölbt. Das ausgehöhlte Gelenkstück nennt man Gelenkpfanne, das gewölbte Gelenkkopf. Beim Kugelgelenk ist die Pfanne napfförmig vertieft, der Kopf kugelförmig oder wenigstens einen Kugelabschnitt darstellend. So sitzt z. B. der Oberschenkel mit einem kugeligen Gelenkkopf in einer napfartig vertieften Gelenkpfanne, die an den Beckenknochen eingelassen ist. Aehnlich ist es mit dem Schultergelenk, wo am Schulterblatt die Gelenkpfanne sitzt und am Oberarmknochen der Gelenkkopf. Die Bewegungen, welche ein solches Kugelgelenk gestattet, sind ziemlich ausgiebig.

Beim Sattelgelenk ist die Pfanne sattelförmig gebildet, der Kopf umschliesst dieselbe mit einer entsprechenden gebogenen Fläche. Dies Gelenk gestattet in der Regel nur eine einseitige Bewegung, wir finden es besonders bei der Zwischenhand, am Brustbein, Schlüsselbeingelenk und in einigen wenigen andern Fällen zur Anwendung gebracht.

Das Cylindergelenk stellt in seinem Kopftheile einen Abschnitt einer Cylinderoberfläche dar, der Pfannentheil ist diesem entsprechend vertieft. Solche Cylindergelenke gestatten auch nur eine einseitige Bewegung, wir finden sie zwischen den Fingergliedern und Zehen.

Eine Art des Kugelgelenks hat man auch als Schraubengelenk bezeichnet, weil sich bei der Bewegung Pfanne und Gelenkkopf etwas gegeneinander verschieben. Man zählt dazu das Ellbogengelenk, das Kniegelenk und einige andere.

Beim Wackelgelenk sind die Gelenkflächen etwas gebogen, die Bänder, welche die Knochen zusammenhalten, sind aber so straff, dass die Bewegung nur eine ganz geringe ist.

Die Befestigung der Gelenke aneinander geschieht auf verschiedene Weise. Zunächst sind Gelenkkopf und Gelenkpfanne von einer dünnen Knorpelschicht überzogen, welche etwas elastisch ist und nur in geringem Grade Reibungswiderstand entgegensetzt und welche verhütet, dass freie Knochenflächen aufeinander reiben, denn sowie dies stattfindet, erfolgt eine starke Abnutzung der Knochenmasse. Zweitens findet sich zwischen den Gelenken fortwährend eine Flüssigkeit, die Gelenkschmiere (*Synovia*), welche ähnlich wie das Schmieröl bei den Maschinen die Reibungen andauernd verringert.

Die Gelenke werden auf zweierlei Weise fest zusammengehalten, einmal durch Bänder, welche aus Bindegewebe bestehen und vom Gelenkkopf zum Gelenkpfannentheil übergehen und nur bestimmte Ausdehnungen der Bewegungen gestatten, zweitens wirkt bei den Gelenken im hohen Masse der äussere Luftdruck. Da die Flächen fest aufeinander liegen, so drückt die äussere Luft den Kopftheil gegen den Pfannentheil und zwar geschieht dies bei den Schultergelenken ungefähr mit einer Kraft von 3 Kgrm., beim Hüftgelenk von 20 Kgrm. u. s. w. Dadurch wird das Gewicht der einzelnen Gliedmassen für die Gelenke in keiner Weise lästig und die Functionen derselben können ungehindert vor sich gehen. Wenn man ein Gelenk anschneidet oder anbohrt, sodass Luft zwischen die beiden Flächen treten kann, so fällt das Gelenk sofort auseinander.

Wie wir in der Betrachtung über die Gewebe gesehen haben, bestehen die Knochen aus einem zelligen Grundgewebe; zwischen den einzelnen Knochenzellen hat sich eine knorpelige Zwischensubstanz ausgeschieden, in welcher sich schliesslich wieder Kalksalze abgelagert haben, durch welche die Eigenartigkeit des Knochens bedingt wird. Es kommt ja bei den Knochen darauf an, ein möglichst festes Gebilde zu schaffen, welches den Körper in seiner Lage erhält, welches die einzelnen Organe stützt und schützt und das die Bewegung des Körpers zum Theil vermittelt. Die Festigkeit wird dem Knochen nun durch Ausscheidung verschiedener Salze, besonders des phosphorsauren und des kohlensauren Kalks verliehen, allerdings wird die Elasticität dadurch etwas herabgesetzt.

Da aber die Kalksalze verhältnissmässig schwer sind und sich auch nicht in solchen Mengen im Körper vorfinden, dass der Körper mit denselben gleichsam verschwenderisch verfahren könnte, so kommt es bei der Bildung der einzelnen Skelettstücke darauf an, möglichst wenig Knochensubstanz auszuscheiden und dabei doch die Function des Knochens möglichst zu wahren, ihm also eine grosse Festigkeit bei verhältnissmässiger Leichtigkeit zu verleihen. Daher finden wir denn, dass alle die grossen Skelettstücke, welche wir in unserem Körper haben, nicht vollständig massiv sind, sondern dass sie im Innern Hohlräume beherbergen, welche bei uns zum grössten Theil mit Flüssigkeit oder dem verhältnissmässig leichten Mark angefüllt sind, welche aber bei andern Thieren, z. B. bei Vögeln, mit Luft ausgefüllt erscheinen und infolge dessen ein noch geringeres spezifisches Gewicht besitzen, als dies bei uns der Fall ist. Die grossen Knochen unserer Extremitäten stellen sich nicht als massive Säulen, sondern als Röhren dar. Die oberen und unteren Theile dieser Röhren sind ebensowenig vollständig compact, sondern wenn man dieselben durchsägt und die organische Substanz, welche in ihnen vorhanden ist, durch geeignete Reagentien zerstört, so bemerkt man, dass die Köpfe mit einem zarten Gerüst von Knochenlamellen und Knochenstäbchen ausgebaut sind, welche dem Innern dieser Knochentheile ein schwammiges Aussehen verleihen. Betrachten wir das Gerüst genauer, so finden wir, dass dasselbe nicht ganz einfach und regellos gebaut ist, sondern dass es vielmehr eine verhältnissmässig complicirte Structur aufweist. Die Knochenstäbchen und Knochenlamellen sind nicht willkürlich aneinander gelagert, sondern sie haben sich in den Richtungen der verschiedenen Drucke angelagert; wenn man daher einen Längsschnitt durch ein Knochenendstück genau betrachtet, so findet man, dass diese schwammige Substanz Züge bildet, welche durch den Hals des betreffenden Knochens nach seiner Ansatzstelle hin und dann wieder nach unten gegen den Säulentheil des Knochens verlaufen. Weitere Züge gehen diesen entgegengesetzt von aussen nach innen, andere sind quergestellt, stets aber können wir darauf rechnen, dass sie so angeordnet sind, dass wir aus ihnen die Richtung des Drucks, welcher auf den Knochen ausgeübt wird, ziemlich genau bestimmen können. Es hat solch ein Knochenendstück, wie z. B. der Oberschenkelkopf, den Bau eines Krahns, vermittelst dessen man grosse Lasten zu heben beabsichtigt, und als einst ein Anatom einen Ingenieur veranlasste, aus einer bestimmten Anzahl kleinerer Stäbchen und Blättchen einen solchen Krahn zu construiren, auf welchen die auf den Knochen wirkenden

entsprechenden Lasten einwirken sollten, fiel die Construction dieses Krahns in derselben Weise aus wie die Anlagerung der Knochenplättchen in der schwammigen Substanz, der *Spongiosa* des Knochens.

Auf den Knochen finden wir stets wieder eine Reihe von Erhebungen, Leisten u. s. w., welche dazu dienen, den Muskeln, die an die Knochen herantreten, Ansatzstellen zu bieten, besonders finden wir höhere Leisten auf den Knochen, wenn Muskelbündel nach zwei Seiten des Knochens verlaufen, also vielleicht symmetrisch gegen denselben gelagert sind. Die Muskeln selbst treten, wie wir noch des öftern sehen werden, mit Sehnen an den Knochen heran. Es sind diese Sehnen Bindegewebsbündel, welche eine grosse Festigkeit und Elasticität besitzen und zum Theil auch dazu dienen, Muskelsubstanz zu vertreten; daher kann es auch vorkommen, dass solche Sehnen oder Bindegewebsbündel gelegentlich einmal verknorpeln oder verknöchern. In der vergleichenden Anatomie sind uns eine grosse Anzahl von Beispielen bekannt, wo Bindegewebe direct durch Knochen ersetzt worden ist.

Die Skeletttheile und Muskeln des Kopfes.

Wenn wir zunächst die Skeletttheile betrachten, so gewahren wir, dass dieselben nach oben zu eine grosse Höhle bilden, in welcher das Centralnervensystem, das Gehirn, eingeschlossen ist. An diese sogenannte Schädelkapsel setzt sich nach vorn zu eine Reihe von Knochen an, die als Gesichts- und Oberkieferknochen bezeichnet werden; unter diesen liegt dann noch ein spangenartiger Knochen, welcher den Unterkiefer darstellt. Im Ganzen besteht der Kopf aus 8 Schädelknochen und 21 Gesichts- und Kieferknochen, 6 Gehörknöchelchen, zu denen noch 32 Zähne und das Zungenbein hinzuzuzählen sind.

Der Schädel oder Hirnschädel besitzt im Ganzen eine eiförmige Gestalt. Betrachtet man ihn von oben, so ist er vorn an der Stirn platt abgeflacht, dann verdickt er sich allmählich gegen die Mitte zu und spitzt sich schliesslich an seinem hinteren Theile zunächst langsam, dann schneller wieder ab. Nach der Form dieser oberen Ansicht hat man die Hauptgruppen der Menschenschädel und der Menschen überhaupt zu trennen versucht; man hat da unterschieden zwischen Lang- und Kurzköpfen. Wenn der Längendurchmesser bedeutend länger ist als der Querdurchmesser des Schädels, so bezeichnet man denselben als langköpfig (*dolichocephal*). Ist der Längendurchmesser nur wenig grösser als der Breitendurchmesser, so bezeichnet man den Schädel als kurzköpfig (*brachycephal*).

In neuerer Zeit hat man vielfach versucht, die Knochen des Schädels als modificirte Wirbel aufzufassen, was an dieser Stelle beiläufig erwähnt werden mag.

Der Schädel wird aus acht Knochen gebildet, welche als Keilbein, Hinterhauptsbein, Schläfenbeine, Stirnbein, Scheitelbein und Siebbein bezeichnet werden; ausserdem kann es eintreten, dass das Stirnbein aus zwei getrennten Knochen besteht, sodass wir in einem solchen Falle neun Schädelknochen zu verzeichnen haben.

Den unteren Theil der Schädelkapsel, welcher vom Keilbein gebildet wird, nennt man die Schädelbasis.

Das Keilbein. Es besteht aus einem mittleren Stück von ungefähr rechteckiger Form, an welches sich drei Paar Fortsätze ansetzen: ein vorderes, nach oben gerichtetes Paar, die sogenannten kleinen Flügel, welche eine pfriemenförmige Gestalt besitzen; am unteren Theil des Keilbeins gehen die grossen Flügel ab, die von oben gesehen ungefähr die Gestalt eines Schmetterlingsflügels haben; endlich erstrecken sich nach hinten und unten die Flügelfortsätze, welche aus zwei Paar dünner Lamellen gebildet werden. Die eigentliche Lage des Keilbeins ist ungefähr in der Höhe des äusseren Gehörgangs. Die ganze Schädelbasis verläuft in einer Linie, welche man von der hinteren unteren Schädelpartie, wie sie von aussen durchfühlbar ist, gegen die Augenbrauen hingezogen denkt.

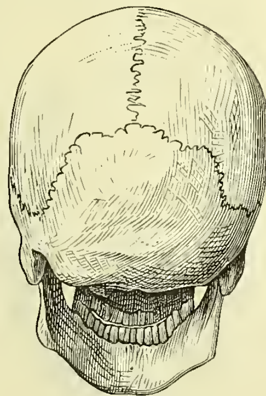


Fig. 23.
Schädel von hinten gesehen. Oben stossen in der Mitte die beiden Schädelbeine zusammen, unter ihnen liegt das Hinterhauptsbein, ganz zu unterst sieht man die Hinterfläche des Unterkiefers. (Krause, Anat.)

Das Hinterhauptsbein legt sich nach hinten zu an das Keilbein an. Es wird aus einem meist platten Knochen gebildet und umschliesst das Hinterhauptsloch, durch welches das Rückenmark in das Gehirn übergeht. Es besteht aus einem als Körper bezeichneten Theile, welcher gleich vor dem Hinterhauptsloche nach vorn zu gelegen ist, aus den Gelenktheilen, welche neben dem Hinterhauptsloche liegen und an welche sich der erste Halswirbel ansetzt. Nach hinten zu liegt dann ein plattes schuppenartiges Knochenstück, an welches sich die übrigen Schädelknochen ansetzen und das sich bis zu dem am weitesten am Schädel nach hinten vorspringenden Punkte erstreckt.

Die Schläfenbeine, deren jederseits eins vorhanden ist, setzen sich nach vorn zu von der Schuppe des Hinterhauptbeins

bis zur Augengegend hin fort. Ein jedes Schläfenbein besteht aus einem Schuppentheile, welcher die untere Seite der Schädelkapsel bildet, aus dem Spitzentheile, welcher nach hinten und unten vorspringt. Vor diesem kegelförmigen Vorsprunge geht dicht unter der Eintrittstelle des Gehörgangs in die Schädelbasis ein schmaler Fortsatz ab, welchen man als Jochbeinfortsatz bezeichnet und der noch zum Schuppentheil der Schläfenbeine gerechnet wird. Endlich bildet das Schläfenbein noch das sogenannte Felsenbein, welches sich nach der Schädelbasis zu erstreckt und in welches das innere Gehörorgan eingeschlossen ist.

Das Stirnbein liegt nach vorn zu von den Schläfenbeinen, es bildet den oberen Theil der Augenhöhle und erstreckt sich über die ganze vorspringende Stirn bis beinahe zum Scheitel der Schädelkapsel. Es besteht auch aus einer stärkeren Basis und den vorderen schuppenförmigen grossen, dünnen Haupttheilen. Vorn in der Mitte befindet sich an der Basis ein kurzer, dicker Zapfen, welcher als Nasentheil zu bezeichnen ist und sich zwischen die Augenhöhlentheile hineinstreckt. Verhältnissmässig häufig besteht das Stirnbein aus zwei symmetrisch nebeneinander gelagerten Hälften, welche genau in der Mittellinie der Stirn miteinander in Verbindung treten.

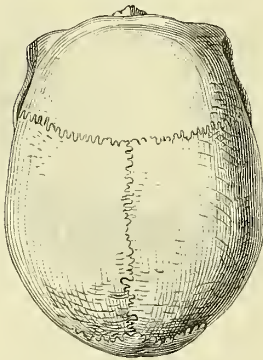


Fig. 24.
Schädel von oben gesehen. Nach oben liegt in der Mitte der Vorsprung des Nasenbeins, vor der vorderen zackigen Linie liegt vorn das Stirnbein, die mittlere zackige Naht trennt die rechts und links gelegenen Schädelbeine voneinander, unten liegt das Hinterhauptsbein. (Krause, Anat.)

Schliesslich haben wir noch zwei Knochenstücke zu erwähnen, welche den oberen und mittleren Theil der Schädelkapsel bilden, es sind die sogenannten Scheitelbeine, die in der Gestalt zweier viereckiger, plattmuschelförmiger, dünner Knochen auftreten. Genau in der Mittellinie des oberen Kopftheils legen sie sich aneinander, nach vorn zu werden sie vom Stirnbein begrenzt, nach hinten vom Hinterhauptsbein und nach unten von den Schläfenbeinen.

Das Siebbein liegt in der Mitte der vorderen Schädelbasis, es bildet die hintere Wand des Nasenraums und springt weit zwischen die Gesichtsknochen vor. Es besitzt eine ungefähr würfelförmige Gestalt und setzt sich aus einer grösseren Anzahl von Knochenplatten zusammen, zwischen denen sich Hohlräume befinden. In der Mitte des Siebbeins liegen nebeneinander zwei durchbrochene

Knochenplatten, die sogenannten Siebplatten, zwischen denen sich eine auf diesem senkrecht stehende Platte erhebt. Eine jede Siebplatte ist länglich viereckig und wird von zahlreichen kleinen Löchern durchbrochen, durch welche die Geruchsnerven hindurchtreten. Die auf ihr senkrecht stehende Platte trennt den hinteren Theil des Geruchsorgans in zwei Theile und verbindet sich vorn mit der Nasenscheidewand. Die rechts und links neben dem senkrechten Stück befindlichen Abschnitte des Siebbeins bezeichnet man als Labyrinthe. Dieselben besitzen ungefähr viereckige Gestalt und setzen sich aus einer grossen Anzahl feiner Knochenplättchen zusammen, welche eine Menge Hohlräume zwischen sich haben, die sogenannten Siebbeinzellen. Die äussere Wand der Labyrinthe wird von einem dünnen platten Knochenblatt gebildet, der sogenannten papierartigen Lamelle, welche sich mit dem Keilbeinkörper nach hinten zu verbindet. Die innere Wand der Labyrinthe besteht je aus zwei von vorn nach hinten verlaufenden, nach unten herumgebogenen Blättern, den sogenannten Muscheln. Die letzteren bilden die Grundlage der bei den Geruchsorganen noch zu erwähnenden oberen und mittleren Nasenmuscheln. Ausserdem geht von den Siebbeinzellen nach unten und seitwärts je eine kleine Knochenlamelle ab, welche als Hakenfortsatz bezeichnet wird.

Diese acht Knochenstücke bilden nun in ihrer Gesammtheit einen kapselartigen, schützenden Hohlraum für das Gehirn. Diese Kapsel besitzt nur einige Oeffnungen, eine für den Durchtritt des Rückenmarks, je zwei für den Austritt der Gehör-, Geruchs- und Sehnerven. Ausserdem treten durch diese Schädelkapsel einige Blutgefässe hindurch, welche die Ernährung des Gehirns zu übernehmen haben.

Die Knochen des Gesichts.

Dieselben bestehen aus 15 zum Theil eng miteinander und mit der Schädelkapsel verwachsenen Knochen. Die zum oberen Gesichtstheile gehörigen Knochen sind vollständig unbeweglich miteinander verbunden, während der Unterkiefer eine freiere Beweglichkeit besitzt und das Zungenbein ganz aus dem Verband der übrigen gelöst erscheint.

Das obere Gesicht besteht aus dem Oberkiefer, dem Gaumen-, Joch-, Nasen- und Thränenbein, den unteren Nasenmuscheln und dem Pflugscharbein. Diese Knochen bilden den Gesichtstheil, welcher zwischen und vor der Ohröffnung und unterhalb der Augenbrauen liegt. Sie schliessen zwischen sich einige grosse Höhlen ein, von denen zwei die Augen- und zwei die Nasenöffnungen bilden.

Oberkieferbeine. Es sind dies die beiden grössten Knochen des oberen Gesichts. Sie bilden den vortretenden spangenartigen Oberkiefer und bilden gleichzeitig die Stützpunkte für die übrigen Kieferknochen. Eine jede Oberkieferhälfte besteht aus dem mittleren keilförmigen Kieferkörper, von welchem eine Reihe von weiteren Fortsätzen ausgeht. Ein Fortsatz geht nach der Nase zu und trägt mit dazu bei, das Geruchsorgan in zwei Hälften zu theilen. Ein zweiter Fortsatz, der sogenannte Jochfortsatz, ragt seitlich gegen die Jochbeine hin als kurzer, dicker, dreiseitiger Knochen hervor. Der Zahnfächerfortsatz liegt am unteren Rande des Oberkiefers und bildet je acht tiefe Zahnfächer, welche durch Scheidewände voneinander getrennt sind und in welche die Zähne des Oberkiefers einwachsen. Endlich geht noch ein oberer Gaumenfortsatz gegen den Nasenraum hin. Die beiden Oberkiefer vereinigen sich in der Mittellinie des Kopfes und verwachsen zu einer gewissen Zeit eng miteinander. Da dies Verwachsen verhältnissmässig früh vor sich geht, innerhalb der ersten Lebensjahre, also während einer Zeit, in welcher der gesammte Körper noch im Wachsen begriffen ist, so steht das Gesicht nicht nach aussen vor, wie dies bei den Affen und den übrigen Säugethieren der Fall ist.

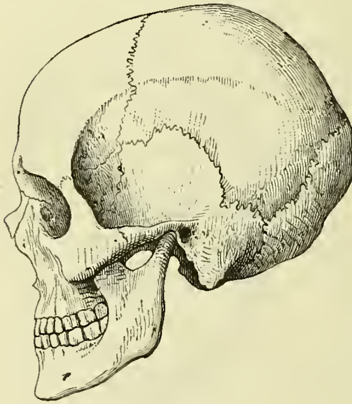


Fig. 25.

Schädel von der Seite gesehen. Links vorn nnd oben das Stirnbein, an dasselbe schliesst sich nach rechts oben das Schädelbein, an dieses nach rechts unten das Hinterhauptsbein, nach vorn, nnter dem Sehläfenbein liegt das Schuppenbein, von welchem der Jochbogen nach vorn abgeht. Ober- nnd Unterkiefer sind ohne weiteres zn erkennen. (Kranse, Anat.)

Die Gaumenbeine stellen sich als platte, zarte Knochen dar, welche zwischen den Spangen des Oberkiefers liegen und die obere Wand der Mundhöhle, sowie den Boden des Nasenraums bilden helfen. Der eine Theil dieser Knochen bildet den Gaumentheil und setzt sich an den Gaumenbeinfortsatz des Oberkiefers an, der andere bildet den Nasentheil und stellt sich als ein senkrecht stehendes, dünnes, längliches Knochenblättchen dar.

Die Jochbeine oder Wangenbeine sind zwei starke glatte Knochen, welche seitlich und oben an dem Gesicht sich ansetzen, sie umschliessen den unteren Theil der knöchernen Augenhöhlen, bestimmen die Form der Backen und setzen sich mit einem Fort-

satze gegen die Gehöröffnung hin fort. Den Bogen, welchen dieser Fortsatz beschreibt, bezeichnet man als Jochbogen. Im Gesicht springt sein äusserster Punkt als sogenannter Backenknochen vor.

Die Nasenbeine sind zwei kleine länglich viereckige Knochen, welche sattelartig in der oberen Hälfte des Nasenrückens zusammentreten und der Nase ihre bestimmte Form geben. Mit ihren vorderen Rändern treten sie in der Mittellinie der Nase zusammen, mit den seitlichen Rändern legen sie sich an den Nasenfortsatz des Oberkiefers, mit den oberen Randflächen an den Nasentheil des Stirnbeins an.

Die Thränenbeine werden durch zwei kleine Knochen repräsentirt, die ungefähr die Grösse eines Fingernagels haben, sie bilden den inneren Theil der Augenhöhlen. Oben legen sie sich dem Stirnbeine an, unten dem Oberkieferbeine, im Innern sind sie mit dem Labyrinth der Siebbeine in Verbindung getreten.

Die unteren Nasenmuscheln. Von den drei Muscheln, welche als Stütze für das Geruchsorgan dienen, gehören, wie wir gesehen haben, die obere und mittlere den Siebbeinen an, während die untere einen selbstständigen Knochen darstellt. Derselbe ist länglich platt, muschelförmig gebogen und erstreckt sich ziemlich wagerecht von vorn nach hinten durch den mittleren Nasenraum. Der lange obere Rand ist mit dem Oberkiefer und Gaumenbein verbunden. Der untere Theil springt frei in die Nasenhöhle vor.

Das Pflugscharbein ist ein unpaarer, platter, rautenförmiger Knochen, welcher senkrecht in der Mittelebene der Nasenhöhle liegt und den hinteren unteren Theil der Nasenscheidewand bildet, sein hinterer Rand ist frei, der des vorderen Theils verbindet sich mit der senkrechten Platte des Siebbeins, der untere Rand liegt auf dem Nasenfortsatz der Oberkiefer- und Gaumenbeine an.

Der Unterkiefer repräsentirt den grössten Knochen des Gesichts; er ist ungefähr hufeisenförmig gebogen, vorn spitz und geht dann mit zwei Schenkeln nach hinten. Nach oben zu zeigt er sich zugeschärft; hinten setzt sich an ihn ein unter einem stumpfen Winkel nach oben gehender Fortsatz an, welcher sich wieder in zwei Theile gabelt, in einen nach hinten verlaufenden starken und mit einem Gelenkkopf endigenden und in einen vorderen, welcher schwächer ausgebildet ist und ungefähr in dreieckiger Form gegen den Jochbogen zu sich erstreckt. Der hintere Ast setzt sich unten mit seinem Gelenkfortsatze in eine Gelenkpfanne fort, welche kurz vor der Ohröffnung an der Schädelbasis gelegen ist und zwar an der Stelle, an welcher der hintere Jochbogenfortsatz an den Schädel

herantritt. Das Gelenk wird hier durch seitlich gelegene Bänder zusammengehalten. Auf dem vorderen Theile des Unterkieferkörpers liegt oben auch wieder eine Reihe von Zahnfächern, welche den Fächern des Oberkiefers entsprechen und die Zähne des Unterkiefers in sich aufnehmen. Da der Gelenkfortsatz platt gedrückt und quer gestellt ist, so besitzt der Unterkiefer eine ziemlich freie Beweglichkeit, er kann um ein kurzes Stück nach vorwärts geschoben werden, ebenso etwas nach der Seite, seine Hauptbewegung führt er aber nach unten aus. Der untere Rand des Unterkiefers ist etwas nach aussen vorgewölbt. An den rückwärts gerichteten Theil desselben setzen sich die Kaumuskeln an, welche wir sogleich zu besprechen haben werden.

Das Zungenbein ist ein kleiner U-förmig gebogener Knochen, welcher aus fünf beweglich verbundenen Stücken besteht. Vorn über dem Kehlkopfe liegt halbschildförmig der Zungenbeinkörper, an ihn setzt sich nach hinten und unten jederseits ein längeres, mit einem Knöpfchen hinten frei endendes Knochenstück an, welches als grosses Horn bezeichnet wird. Nach oben und rückwärts gerichtet finden wir dann weiterhin zwei kleine, etwas seitlich vorspringende Knochen, welche die kleinen Hörner des Zungenbeins darstellen. Die Beweglichkeit des Zungenbeins ist sehr gross. Es wird durch Muskeln und Bänder theils an der Schädelbasis, theils am Kehlkopfe befestigt und dient dazu, die Gestalt des letzteren möglichst zu fixiren.

Wir haben bei dieser anatomischen Betrachtung des Kopfes des öftern erwähnt, dass die einzelnen Knochenstücke nicht immer fest miteinander verwachsen sind, sondern dass sie sich durch Nähte miteinander verbunden zeigen, besonders sind es die Schädelknochen, zwischen denen man die Nähte als zackige Linien stets verfolgen kann. Bei den Neugeborenen sind nun an Stelle dieser Nähte noch breite, nicht verknöcherte Stellen vorhanden, von denen aus das Wachsthum des Schädels vor sich geht. Die Schädelkapsel sowohl als auch die Gesichtsknochen erreichen erst nach der Geburt zwischen dem 1. und 20. Jahre ihre vollständige Ausbildung. Alle die einzelnen Knochenstücke werden nicht gleich vollständig knöchern angelegt, sondern setzen sich je aus mehreren Theilen zusammen. Man bezeichnet diese getrennten Stücke als Verknöcherungspunkte. Zunächst ist der gesammte Schädel knorpelig und erst später bilden sich in dem Knorpel Verknöcherungen, weiterhin legen sich über und an diese Knorpelkapsel knöcherne Deckplatten, welche schliessich zu dem definitiven Kopfknochen werden. Eine Stelle der Schädel-

kapsel lässt sich bei jedem neugeborenen Kinde schon äusserlich als nicht knöchern constatiren, es ist dies die sogenannte Fontanelle, welche gerade im Scheitelpunkte des Kopfes liegt und zwar an jener Stelle, wo später die Scheitelbeine und die Stirnbeine zusammentreten. Erst spät geht die Verknöcherung hier allseitig vor sich und so lange, als der Verknöcherungsprocess noch nicht zu Ende gekommen ist, vermag sich die Schädelkapsel noch auszudehnen und das Gehirn an Volumen zuzunehmen; sind erst einmal die Seiten überall verwachsen, so hört die Vergrösserung des knöchernen Kopfes vollständig auf.

Die Schädel- und Gesichtsknochen bilden, wie erwähnt wurde, einige grosse Höhlen, in denen die Hauptsinnesorgane ihren Sitz haben und daselbst gegen äussere mechanische Einflüsse geschützt sind. Ausserdem bestimmen die Knochen die allgemeine Form des gesammten Kopfes, besonders die des Schädeltheils desselben. Die Höhlen, welche gebildet werden, sind die Augenhöhlen, die Nasen- und die Mundhöhle.

Die Augenhöhlen liegen unter dem Schädeltheile neben der Nase. Ihre obere Wandung wird durch das Stirnbein, die innere seitliche Wandung durch Nasen- und Thränenbeine, die äussere seitliche Wandung durch die Jochbeine und die untere durch den Oberkieferknochen gebildet.

An der Bildung der Nasenhöhle betheiligen sich die Nasenbeine, das Siebbein, das Pflugscharbein, die Gaumenbeine und der Oberkiefer.

Die Mundhöhle wird von den Gaumenbeinen und den beiden Kiefern umschlossen, sie steht mit der Nasenhöhle in directer Verbindung, ausserdem führen dieselben Nerven und Blutgefässe durch die Knochenwandungen hinein, sodass also die einzelnen sie zusammensetzenden Knochenstücke nicht massiv gebaut sind, sondern überall durchbrochen erscheinen.

Nachdem eine Verwachsung der Kopfknochen stattgefunden hat, kann der Gesichtstheil des Kopfes noch durch verschiedene Entwickelung der Musculatur und des Unterhautfettgewebes eine Aenderung seiner äusseren Formen erfahren.

Die Musculatur des Kopfes.

Man hat bei den Muskeln des Kopfes zunächst zu unterscheiden zwischen den eigentlichen Kopfmuskeln und den Hautmuskeln. Die Kopfmuskeln zerfallen wieder in Gesichtsmuskeln, Ohrmuskeln und Kaumuskeln. Ausserdem setzen sich an den Kopf Muskelbänder an,

welche nach unten an den Hals und den oberen Brustabschnitt verlaufen und die wir bei Besprechung des Halses näher betrachten wollen.

Die Hautmuskeln liegen in den Lederhautschichten. Sie sind beim Menschen im Grossen und Ganzen schwach entwickelt und dienen hier, wie an allen andern Körperstellen, zu directen Bewegungen der äusseren Haut. Diese Bewegungen werden jedoch auch zum grossen Theil durch die eigentlichen Kopfmuskeln veranlasst.

Die Gesichtsmuskeln dienen zur Bewegung der einzelnen Theile des Gesichts und verleihen durch ihre Thätigkeit diesem seinen Ausdruck. Besonders sind es die äusseren Augenmuskeln, die Lippenmuskeln und die Stirnnasenmuskeln, welche hier in Betracht kommen.

Ein ringförmiger Muskel liegt unter der Haut der Augenlider und schliesst dieselben, sobald er sich contrahirt. Der Augenbrauenrunzler geht von dem oberen Rande der Augenhöhle nach unten und bewirkt durch seine Contraction ein Zusammenziehen der Augenbrauen.

Der Muskel, welcher den Mund verschliesst, liegt ebenfalls ringförmig in der Lippe um die Mundspalte herum.

Durch einen langen, längs der Nase verlaufenden Muskel, welcher von der Nasenwurzel und der Oberlippe entspringt und sich in seinem oberen Theile mit den Stirnmuskeln verbindet, werden die Nasenflügel und die Oberlippe gehoben.

Auf der Nase befindet sich ein quer über dieselbe verlaufender Muskel, der dieselbe zusammendrückt, sowie ein über den Nasenrücken verlaufender kleinerer Muskel, der die Nase in die Höhe zieht. Ausserdem gehen auch Muskeln an die Nasenscheidewand und an die Seitentheile der Nase.

Die Oberlippe wird durch verschiedene weitere Muskeln bewegt, einer hebt dieselbe in die Höhe, er entspringt am unteren Augenhöhlenrande und geht an die Haut der Oberlippe heran. Ein zweiter Lippenheber zieht sich vom Jochbeine in die Oberlippe, schliesslich geht an demselben Knochenstück ein weiterer Muskel schräg gegen die Mundwinkel und zieht dieselben schrägseitig nach oben.

Der Lachmuskel geht seitlich an den Mundtheil heran und bewirkt die beim Lachen entstehenden Falten in der Nähe der Mundwinkel. Im unteren Gesichte finden wir Herabzieher des Mundwinkels und der Unterlippe, welche von den Lippenrändern gegen den unteren Rand des Unterkiefers zu verlaufen. Aus der Eckzahngegend gegen den vorderen Kinntheil verläuft der Aufheber des Kinns. Endlich

sind in der Backe noch ein glatter Muskel und ein vom Oberkiefer schräg nach vorn zum Unterkiefer hinziehender Backen- oder Trompetermuskel vorhanden, welche zum Theil der Mundhöhle anliegen, zum Theil mehr oberflächlich gelagert sind. Durch die Thätigkeit derselben wird der Mund nach seitwärts gezogen und das Kauen, Pfeifen, Speien, Blasen u. s. w. unterstützt. Seitlich über die Schläfengrube zieht sich dann auch eine starke Muskelplatte hin und verschliesst dieselbe vollständig.

Die Ohrmuskeln. Ihre Thätigkeit ist bei den Menschen zum Theil vollständig eingestellt worden, während wir bei den höheren Säugethieren die Ohrmuskeln wohl entwickelt und gut functionirend antreffen. Um das Schläfenbein geht gegen den oberen Ohrtheil der Aufheber des Ohres herab. Nur wenige Menschen vermögen denselben willkürlich zu bewegen. Vorn vor dem Ohr liegt ein kleiner schmaler Muskel, welcher das Ohr nach vorn zieht, endlich liegt hinter der Ohrmuschel ein ebenfalls kleiner Muskel, der dieselbe nach rückwärts bewegt.

Die Kaumuskeln. Es sind die stärksten Muskeln des Kopfes, welche vom oberen Schädeltheile oder vom Oberkiefer aus an den Unterkiefer herantreten, um denselben auf- und abwärts, nach vorn, und hinten, sowie nach der Seite zu bewegen.

Der Schläfenmuskel geht vom Schläfenbein gegen den vorderen Fortsatz des Unterkiefers und zieht den letzteren gegen den Oberkiefer hinauf. Der eigentliche Kaumuskel ist kurz, dick und stark, von Gestalt viereckig, er entspringt zum Theil am unteren Rande des Jochbeins, zum Theil in der Nähe desselben und tritt an den hinteren Abschnitt des unteren Kiefers heran. Er wirkt besonders beim Kauen, indem er den Unterkiefer nach oben zieht. An die Innenfläche des Unterkiefers verlaufen auch ein paar kräftige Muskeln, welche von Fortsätzen des Keilbeins an den hinteren und oberen Theil des Unterkiefers herantreten und denselben in die Höhe ziehen. Werden sie einseitig bewegt, so wird der Unterkiefer auf die Seite gezogen.

Die Skeletttheile und Muskeln des Halses.

Ebenso, wie der Schädeltheil des Kopfes aus einzelnen Stücken (Wirbeln) besteht, setzt sich auch der Hals aus einer Anzahl von hintereinanderliegenden Knochenstücken zusammen, welche wir als Wirbel bezeichnen. Während aber die Natur der Wirbel am Schädel nicht leicht zu erkennen ist und ohne eingehendes entwickelungsgeschichtliches und vergleichend anatomisches Studium unverständlich bleibt, erkennt man die Zusammensetzung des Halses aus sieben

einzelnen Wirbeln auf den ersten Blick. Oben schliessen sich die Wirbel an die Schädelkapsel an, unten setzen sie sich in die Wirbelsäule fort. Auch bei den Säugethieren besitzt die Halswirbelsäule stets sieben getrennte Wirbel, welche vom Kopf an als erster, zweiter u. s. w. bezeichnet werden. Der erste und zweite Halswirbel besitzen nun noch infolge ihrer Functionen einige anatomische Eigenthümlichkeiten, welche sie vor den übrigen Halswirbeln auszeichnen. Der erste trägt den Kopf und gestattet die Nickbewegung desselben, der zweite gestattet die Drehung des Kopfes um die Halsachse, daher hat man den ersten Wirbel als Träger (*Atlas*), den zweiten als Dreher (*Epistropheus*) bezeichnet.

Ein jeder Wirbel, sowohl die Halswirbel als auch diejenigen der später zu besprechenden Rückenwirbelsäule, besteht aus mehreren Theilen, welche stets miteinander in Beziehungen zu bringen sind. Die Wirbel haben in ihrer Gesammtheit die Aufrechthaltung des Körpers zu unterstützen und bilden weiterhin einen Kanal, in welchem das Rückenmark verläuft. Nach vorn vor diesem Rückenmark liegt nun bei allen Wirbeln ein grösseres festes Stück, welches man als Wirbelkörper bezeichnet. Dasselbe fehlt nur dem ersten Halswirbel, von dem es sich losgelöst hat. Nach hinten zu gehen von dem Wirbelkörper ein paar spangenartige Fortsätze um das Rückenmark herum, sie verschmelzen in der Mittellinie des Rückens und bilden hier meist noch einen mehr oder weniger weit hervorstehenden Fortsatz, den sogenannten Dornfortsatz. Derselbe ist in der Regel etwas nach unten gerichtet. Nach den Seiten gehen hinter dem Wirbelkörper zwei Fortsätze ab, welche als Querfortsätze bezeichnet werden. Ueber diesen liegen nach oben zwei Gelenkflächen und ebenso nach unten zwei weitere, mit welchen die Wirbel untereinander verbunden sind. Die Wirbelkörper sind an der oberen und unteren Seite abgeflacht, sie legen sich mit diesen Flächen zu einer Säule übereinander, untereinander werden sie durch Knorpelplatten verbunden.

Der Atlas besitzt eine flach ringförmige Form, er liegt dem Hinterhauptsbein des Schädels an und ist mit demselben durch zwei seitliche Gelenkpfannen verbunden. Denkt man ihn sich mit dem Schädel in Verbindung, so scheint er ringförmig den Rändern des Hinterhauptsloches aufzuliegen. Die Oeffnung, welche er umschliesst, ist jedoch nicht rundlich, sondern beinahe viereckig. Vorn liegt ein kurzes starkes Bogenstück, neben diesem, an der Unterfläche, zwei Gelenkfortsätze, welche mit dem zweiten Halswirbel in Verbindung treten, oben befinden sich die länglich-ovalen Pfannen für die Gelenkfortsätze des Hinterhauptes, nach hinten zu wird der Wirbel

von einem dünnen grösseren Knochenbogen geschlossen. An den Seiten finden wir zwei vorstehende durchlöcherte Fortsätze, die sogenannten Querfortsätze des Wirbels.

Der Dreher besitzt eine wesentlich andere Gestalt. Nach vorn zu befindet sich an ihm ein grösserer massiver Theil, der sogenannte Wirbelkörper, an den sich nach oben zu ein dicker, zapfenförmiger Fortsatz ansetzt, welcher mit seiner Vorderseite dem Innenrande des vorderen Atlasbogens anliegt und mit demselben hier durch ein Gelenk verbunden ist. Dieser sogenannte Zahnfortsatz erweist sich, wenn wir ihn entwickelungsgeschichtlich betrachten, als der Wirbelkörpertheil des Atlas. Nach vorn zu entspringt von dem Körper des Drehers ein Fortsatz, welchen man als Querfortsatz bezeichnet. Derselbe ist einfach, in seiner Mitte abgerundet und schräg nach abwärts gerichtet. Nach hinten zu gehen ein paar Fortsätze bogenförmig um das Rückenmark herum, bilden aber in der Mittellinie des Rückens keinen Dornfortsatz.

Die fünf folgenden Halswirbel zeigen keine weiteren Eigenthümlichkeiten, sie sind verhältnissmässig fest miteinander verbunden und gestatten nur geringe Bewegungen des Halses. Ungefähr in Schulterhöhe setzen sich an dieselben die übrigen Wirbel der Wirbelsäule an, zunächst die rippentragenden der Brustregion.

Die Musculatur des Halses.

Die in mehreren Schichten übereinanderliegenden Muskeln gehen entweder von Wirbel zu Wirbel oder vom Kopf an die Wirbelsäule oder von der Wirbelsäule zur Brust und endlich vom Kopf direct zur Brust über. Es würde uns hier zu weit führen, wenn wir alle Muskeln eingehend betrachten wollten. Zu oberst liegt der äussere Hautmuskel, welcher jederseits vom Schlüsselbein nach dem Gesicht hinaufsteigt.

Der Kopfnicker stellt sich als ein starker langer Muskel dar, welcher an den Seiten des Halses verläuft; er geht von der Vorderfläche des Brustbeins und Schlüsselbeins mit zwei Ansatzstellen ab, verläuft schräg nach hinten und setzt sich mit einer kräftigen Sehne an den Zitzenfortsatz des Hinterhauptes an; sowie er sich contrahirt, wird der Kopf nach vorn gezogen dadurch, dass die Halswirbelsäule gebeugt wird, bei einseitiger Wirkung findet eine Schrägstellung des Kopfes statt. Ist der Kopf fixirt, so wird selbstredend das Schlüsselbein und Schulterblatt etwas in die Höhe gehoben.

Die Rippenhalter, deren wir einen vorderen, einen hinteren und einen mittleren unterscheiden, stellen sich als dreieckige, oben

spitze, unten etwas erweiterte Muskeln dar, welche von den Halswirbeln aus an die erste und zweite Rippe hinuntersteigen und durch ihre Contractionen den Hals seitwärts oder nach vorn beugen.

Das Zungenbein wird mit den verschiedenen Skeletttheilen des Kopfes durch eine ganze Reihe von Muskeln in Verbindung gesetzt. So geht der zweibäuchige Kiefermuskel vom vorderen Rande der Unterkiefer an die Seitentheile des Zungenbeins; contrahirt er sich, so zieht er entweder den Unterkiefer herab, wenn das Zungenbein fest liegt, oder er zieht das Zungenbein nach oben, wenn die Kiefer fixirt sind. Er wird unterstützt durch den sogenannten Griffelzungenbeinmuskel, welcher von den Hörnern des Zungenbeins schräg nach hinten an den Winkel der Unterkiefer herantritt. Ebenso inserirt sich ein platter breiter Muskel längs des unteren Unterkieferrandes und geht an den Zungenbeinkörper heran, durch ihn wird ebenfalls das Zungenbein in die Höhe gezogen. Der Kinnzungenbeinmuskel geht vom Kinn an den Körper des Zungenbeins, welches er nach vorn und oben zieht; ihm entgegengesetzt wirkt der Brustzungenbeinmuskel, welcher von vorn nach dem oberen Theile des Brustbeins hinzieht, er wird noch unterstützt durch den neben und hinter ihm verlaufenden Brustbeinschildmuskel, welcher besonders den Schildknorpel herabzieht. Vom oberen Rande des Schulterblattes geht der Schulterzungenbeinmuskel an das Zungenbein heran und zieht dasselbe ebenfalls nach abwärts oder nach der Seite. Alle die eben besprochenen Muskeln sind natürlich in gleicher Weise rechts und links ausgebildet, wie denn überhaupt die gesammte Musculatur des Körpers vollständig symmetrisch gebaut ist.

Die vorderen geraden und die vorderen kleinen Kopfmuskeln, welche vom Kopf gegen die Wirbelsäule hinziehen und den Kopf nach vorn beugen, liegen auf der Vorderseite der Wirbelsäule, ihnen entsprechend liegen auf der Rückenseite, von dem Atlas nach den einzelnen Halswirbeln und ersten Brustwirbeln zu verlaufend, die sogenannten langen Halsmuskeln, welche die Halswirbelsäule beugen und etwas drehen. Dann erstreckt sich vom hinteren Kopfe gegen das Schulterblatt jederseits ein breiter, grosser Muskel, der Kappenmuskel, welcher den Kopf in die Höhe richtet und gleichzeitig das Schulterblatt nach oben zieht.

Hier wie überall ist zu bemerken, dass die Thätigkeit eines jeden Muskels durch die Functionen eines zweiten Muskels wieder aufgehoben wird. Zieht z. B. ein Muskel den Kopf nach vorn und unten, so ist auf der entgegengesetzten Seite ein zweiter Muskel

nothwendig, welcher ihn nach oben und hinten zurückbewegt. Zwei solche Muskel, welche sich in ihren Wirkungen aufheben, werden als Gegenwirker (Antagonisten) bezeichnet. Die Antagonisten brauchen jedoch nicht gleich stark zu sein.

Die Skeletttheile und Muskeln des Rumpfes und der Extremitäten.

Der Rumpf, an welchen sich seitlich und unten die Extremitäten, nach oben Hals und Kopf ansetzen, zerfällt in mehrere Regionen, die Brustregion, die Bauchlendenregion und die Beckenregion. Im Rumpf liegt, wie wir schon gesehen haben, oben in der Brustregion das Athmungsorgan mit dem Herzen und den grossen Gefässstämmen, die übrigen vegetativen Eingeweide befinden sich in der Bauch- und Lendenregion.

Die Skeletttheile.

Durch alle Regionen verläuft im Rücken die Wirbelsäule oder das Rückgrat, von der wir schon die sieben Halswirbel besprochen haben. Im Ganzen folgen noch 17 weitere getrennte Wirbel, von denen die 12 ersten als Rücken- oder Brustwirbel, die fünf letzten als Lenden- oder Bauchwirbel bezeichnet werden. Nach unten zu verschmelzen die Wirbel in der Beckengegend miteinander. Die der Lendengegend anliegenden fünf ersten bilden das sogenannte Kreuzbein oder Heiligenbein, an welches sich hinten vier bis fünf Wirbelrudimente als sogenanntes Steiss- oder Schwanzbein anzetzen.

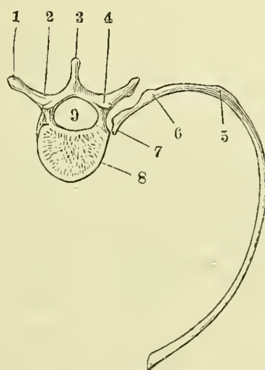


Fig. 26.

Brustwirbel mit einer sich an ihn ansetzenden Rippe. 1 Seitenfortsatz des Wirbels, 2 Bogentheil desselben, 3 Dornfortsatz nach hinten gerichtet, 4 oberer schräger Fortsatz, 5 Winkel der Rippe, 6 Knötchen derselben, 7 Köpfchen, 8 Wirbelkörper, 9 Rückenmarkskanal. (Krause, Anat.)

Die Brustregion. Dieselbe ist gekennzeichnet durch die sich in ihr befindenden Rippen, welche sich von den Wirbeln spangenförmig nach vorn erstrecken und hier an dem sogenannten Brustbeine zum Theil zusammentreten. Eine jede dieser Rippen besitzt eine bogenförmige Gestalt. Dort, wo dieselbe dem Wirbel angelagert ist, erscheint der Bogen stark gekrümmt und geht dann von den Seiten des Körpers weniger gebogen nach vorn. Die 12 Rippenpaare, welche wir zu unterscheiden haben, sind nicht vollständig horizontal um den Brustkörper herumgelagert, sondern sie sind schräg gegen die Hauptachse des Kör-

pers gestellt und zwar senken sie sich mit dem vorderen Ende nach unten.

Eine jede Rippe besteht aus einem hinteren Endstück, welches dem Wirbel anliegt. Dasselbe endet mit einem Gelenkköpfchen, dann folgt ein dünner Abschnitt, den man als Rippenhals bezeichnet, welcher einige Centimeter lang ist und mit einer höckerigen Gelenkfläche endet. An ihn schliesst sich nach vorn zu das sogenannte Mittelstück an, welches endlich in das vordere Rippenende übergeht. Mit dem Köpfchen liegt die Rippe dem Körper der Wirbel an, mit dem Höcker ist sie mit dem seitlichen Querfortsatz des Wirbels verbunden. Vorn setzt sich an die oberen sieben Rippen je ein Knorpelstück an, welches die Rippen mit dem gleich zu besprechenden Brustbein verbindet. Von den unteren fünf Rippen gehen ebenfalls Knorpelstücke nach dem Brustbeine zu, verbinden sich aber nicht direct mit diesem, sondern legen sich dem Knorpel der neunten Rippe an. Man bezeichnet die ersten sieben Rippen als wahre Rippen, die übrigen fünf als falsche. Die sieben wahren Rippen umgeben korbförmig die Brusthöhle, sie schützen die in dieser befindlichen Organe (Lunge und Herz) vor Druck und Stoss und unterstützen, wie wir gesehen haben, den Process der Athmung in energischer Weise.

Das Brustbein, welches genau in der Mittellinie des Brustkorbs verläuft, erstreckt sich vom Hals bis zur sogenannten Herzgrube und besteht aus drei stets getrennten Theilen. Zu oberst liegt ein oben zwischen der ersten und zweiten Rippe breites, unten sich verschmälerndes Körperstück, der sogenannte Handgriff des Brustbeins. An diesen setzt sich ein langes Mittelstück, welches ungefähr von der zweiten bis zur fünften Rippe reicht und an seinem unteren Ende einen kurzen, dünnen, länglich viereckigen Fortsatz trägt, den sogenannten Schwertfortsatz, welcher in der Gegend der Herzgrube gelegen ist.

Die Bauch- und Lendenwirbel tragen keine besonderen beweglichen Fortsätze, sie sind jedoch verhältnissmässig sehr beweglich gegeneinander gelagert und gestatten die Bewegung des Oberkörpers nach rechts und links, in beschränkterer Weise nach vorn und hinten.

Die Wirbel der Beckenregion und des Steissbeins sind schliesslich am festesten untereinander und mit den nebenliegenden Knochenstücken verwachsen und fast vollkommen unbeweglich.

Das Becken. An die Beckenwirbel setzen sich die sogenannten Beckenknochen an, welche in ihrer Gesammtheit das mulden- oder

schüsselförmige Becken bilden, dem die verschiedensten Functionen zukommen. Das Becken wird aus drei Knochenpaaren gebildet, welche symmetrisch gegen die Wirbelsäule gelagert sind und nach und nach so fest miteinander verschmelzen, dass man die ehemalige Trennungslinie nur schwer zu constatiren vermag. Der Wirbelsäule legt sich jederseits der grösste Beckenknochen, das Darmbein, an. In seinem oberen Abschnitte ist dasselbe schaufelförmig, platt mit dicken Rändern. Der obere Rand wird als Hüftbeinkamm bezeichnet und ist von aussen in der Hüftengegend durchfühlbar, vorn endet er mit einer Anschwellung im oberen Theile der Leistengegend. Mit seinem hinteren Rande ist das Darmbein an den Beckenwirbeln befestigt. Nach vorn und unten setzen sich jederseits die folgenden Knochen des Beckens an, nach hinten zu das Sitzbein, welches eine ungefähr hufeisenförmige Gestalt hat, mit dem oberen Bogen dem unteren Rande des Darmbeins anliegt, dann etwas nach rückwärts verläuft und sich mit seinem unteren Schenkel wieder nach vorn umwendet.

An dem vorderen Theile des unteren Darmbeinrandes setzt sich das Schambein an, welches aber auch mit dem Sitzbeine an dessen oberem, sowie an dessen unterem Schenkel verbunden ist und sich plattschaufelförmig nach vorn erstreckt. Die beiden Schambeine treten in der Mitte des Körpers zusammen und verschmelzen hier in der sogenannten Schambeinfuge. Zwischen dem Scham- und Sitzbeine findet sich jederseits eine grössere Oeffnung, das sogenannte Hüftbeinloch. Es wird nur von einem dünnen Bande überdeckt, jedoch nicht vollständig, sondern es bleibt am oberen seitlichen Rande eine kleine Oeffnung, die wir später noch zu erwähnen haben werden.

Die drei Beckenknochen treten jederseits an einer Stelle zusammen und an dieser Zusammentrittsstelle bilden sie je eine Vertiefung, welche die Gelenkpfanne des Oberschenkelkopfes darstellt.

Man unterscheidet weiterhin das sogenannte grosse Becken, welches von dem oberen Darmbeine und dem fünften Lendenwirbel gebildet wird. Nach unten und vorn setzt es sich in das sogenannte kleine Becken fort,. welches sich als kurze, weite, oben und unten offene Höhle darstellt, welche von dem Sitz- und Schambeine, sowie von dem Kreuz- und Steissbeine umgeben wird. Die obere Beckenöffnung führt in die Bauchhöhle, in der unteren münden der Darm- und der Geschlechts- und Harnapparat aus.

Die Form des ganzen Rumpfes wird durch die Gestalt der Wirbelsäule sowohl als auch durch die des Brustborbs und Beckens be-

dingt. Die Wirbelsäule verläuft nicht geradlinig durch den gesammten Rumpf hindurch, sondern sie macht mehrere Krümmungen. Vom Hinterhaupt bis zur Brustregion macht sie einen ganz schwachen Bogen nach vorn zu, springt dann mit einem grossen, die Brust- und Lendenregion einschliessenden Bogen nach hinten vor, die unteren Lendenwirbel wölben sich dann wieder nach innen, das Kreuz- und Steissbein schliesslich wieder mit scharfem Bogen nach aussen, resp. hinten. Der Brustkorb beginnt am Halse schmal und erweitert sich dann bis zur Magengegend, während das Becken nach unten zu schmal ist und sich stark nach oben gegen die Bauchhöhle zu erweitert. In der oberen Brustregion heften sich die oberen Gliedmassen an, in der Beckenregion die unteren. Es wird daher zweckmässig sein, die Gliedmassen gleich an dieser Stelle mit einzuschalten.

Die obere Extremität.

Um dieselbe an den Brustkorb zu befestigen, sind jederseits noch zwei Knochen nothwendig, welche den Rippen aufgelagert sind und welche zur Anheftung der Musculatur dienen. Die vorderen kleineren Knochen sind die Schlüsselbeine. Dieselben legen sich jederseits an den oberen Rand des Brustbeinhandgriffs an, springen darauf mit einer kurzen Wölbung etwas vor, gehen dann wieder nach hinten und treten mit einem Bogen an die gleich zu besprechenden Schulterblätter heran. Im Grossen und Ganzen ist die Gestalt eines jeden Schlüsselbeins S-förmig, das mittlere Stück wird als Körper bezeichnet. Es verläuft ungefähr über der ersten Rippe.

Das Schulterblatt — wir unterscheiden ein rechtes und ein linkes — stellt sich als ein grosser platter Knochen dar, welcher der hinteren Wand des Brustkorbs jederseits angelagert ist und zwar mit seiner vollen nicht unterbrochenen Fläche. Diese Vorderfläche ist concav und dem entsprechend die hintere Fläche convex. Das Schulterblatt bildet ungefähr ein ungleichseitiges rechtwinkeliges Dreieck, dessen Basis in der Richtung der Wirbelsäule und dessen kürzeste Seite nach oben gelegen ist. Der rechte Winkel würde also nach oben und aussen vorspringen. Auf der Hinterfläche des Schulterblatts erhebt sich, ungefähr der Höhenlinie des Dreiecks entsprechend, ein senkrechter Kamm, welcher sich von der Basis nur wenig, an der äusseren Spitze aber stark abhebt. Dieser Schulterkamm springt jederseits mit einem platten starken Fortsatze, der sogenannten Schulterecke, nach aussen vor. Mit den Schulterecken

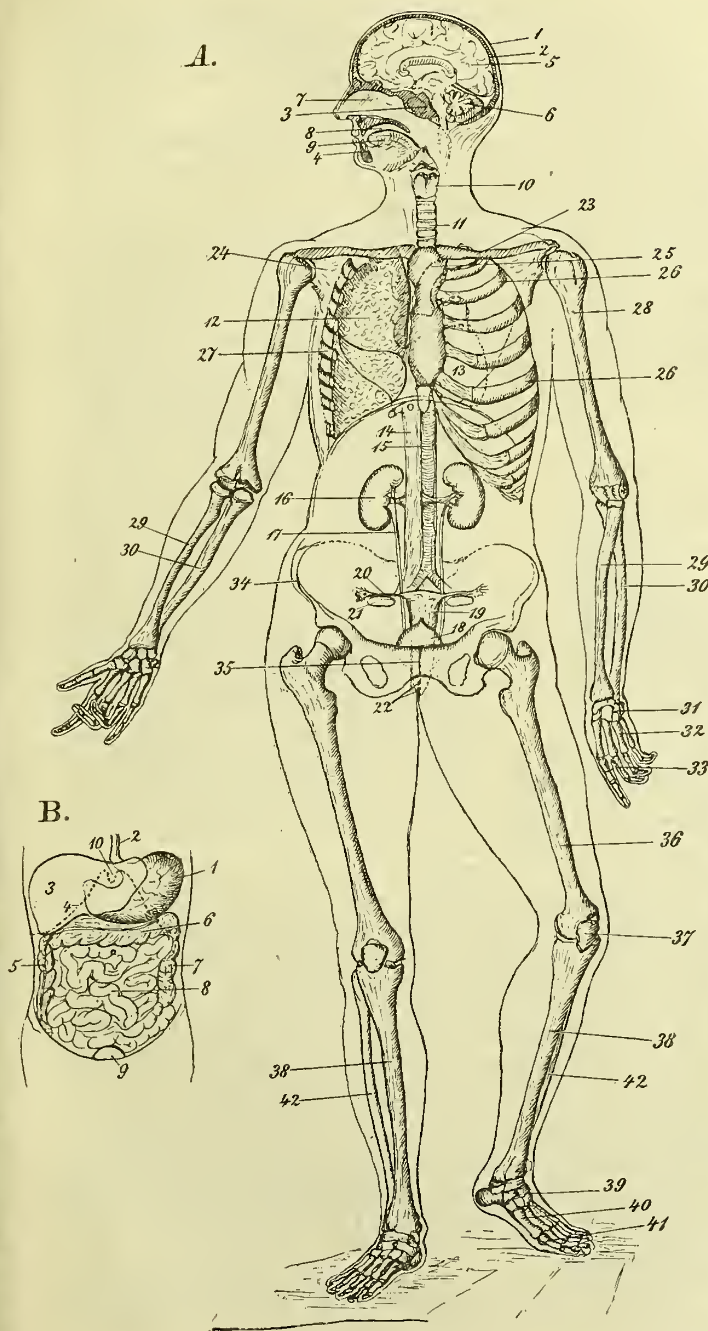


Fig. 27. *A* Schema zur Versinnbildlichnng der verschiedenen Regionen nnd einzelnen Organe des Körpers; es wnrde vollständig ausser Acht gelassen die Lagernng des Verdauungsapparates. 1 Umriss der äusseren Körpergestalt, 2 Schädelkapsel, durchschnitten (das Gesicht ist nach der Seite gewendet), 3 Schädelbasis, 4 Unterkiefer, 5 Grosshirn, 6 Kleinhirn, 7 Nasenhöhle, 8 Mundhöhle, über ihr der Oberkiefer und der Gaumen, 9 Zunge, 10 Kehlkopf, 11 Lnftröhre, 12 rechte Lunge, besteht ans drei Lappen, die linke ist nicht eingezeichnet, 13 Herz, die Lagerung desselben ist durch eine punktirte Linie angegeben, 14 innere Hohlvene, 15 aufsteigende Aorta, dieselbe gabelt sich im Becken, der weitere Verlauf der Blutgefässe ist nicht gezeichnet, 16 Niere, 17 Harnleiter, 18 Harnblase, 19 Gebärmutter, 20 Eileiter, 21 Eierstock, 22 die Ausführungsöffnung der Harn- und Geschlechtsapparate, 23 Schlüsselbein, 24 äusserer Theil des Schulterblatts, 25 Brustbein, 26 vordere Theile der rechten Rippen, die hinteren Bogen derselben, welche sich an die Wirbelsäule ansetzen, sind ebenso wie diese nicht gezeichnet, 27 Rippen der rechten Seite, durschnitten, 28 Oberarmknochen, 29 Speiche, 30 Elle, der rechte Arm ist so gedreht, dass die Hohlhand dem Beschauer zugekehrt ist, der linke Arm so, dass der Handrücken nach vorn sieht, 31 Handwnrzelknochen, 32 Mittelhandknochen, 33 Fingerknochen, 34 Hüftbeinkamm des Beckens, dasselbe ist nur zum Theil gegeben, 35 Schambeinfuge, welche innerhalb der Schamgegend gelegen ist, 36 Oberschenkelknochen, 37 Kniescheibe, 38 Schienbein, 42 Wadenbein, der rechte Fuss ist in Gangstellung nach vorn gerichtet, der linke Fuss von der Seite gesehen, 39 Fusswurzelknochen, 40 Mittelfussknochen, 41 Zehenknochen.

B Schema der Lagerung des Verdauungsapparates. 1 Magen, links liegt derselbe unter der Leber, 2 Speiseröhre, welche durch den Brust- und Halstheil hinaufführt, 3 Leber, 4 Grenze des Rippenrandes, 5 aufsteigender Dickdarm, 6 querlaufender Dickdarm, 7 absteigender Dickdarm, 8 Dünndarmschlingen, 9 Blase, 10 unterer Fortsatz des Brustbeins.

verbinden sich dann die äusseren Enden der Schlüsselbeine. Am vorderen Rande des Schulterblatts unter der Schulterecke und zum Theil auf dem Schulterblattkamme liegt eine flache Grube, welche die Gelenkpfanne für den Oberarmknochen darstellt.

Eine Verwachsung mit andern Knochentheilen findet beim Schulterblatt nicht statt. Es wird nur durch Bindegewebsbänder und durch die Rückenmusculatur in seiner Lage erhalten.

Der Oberarmknochen. An die äussersten Ecken der Schulterblätter setzt sich jederseits der Oberarmknochen mit einem Gelenkkopfe an. Es ist dies ein röhrenförmiger Knochen, welcher sowohl an seinem oberen als auch an seinem unteren Ende geschlossen ist. Das obere Ende besteht aus dem sogenannten Oberarmbeinkopf, dessen äusserste Fläche einen ziemlich regelmässig gestalteten Kugelabschnitt repräsentirt; an ihn setzt sich ein Halsstück an, welches endlich in das lange Mittelstück des Oberarms übergeht. Dies Mittelstück ist auf dem Querschnitte ungefähr dreieckig und repräsentirt den grössten Theil des Armknochens. An seinem unteren Ende befindet sich das untere Endstück, welches aus zwei unregelmässig gestalteten Knorren und zwischen diesen herabragenden Gelenkfortsätzen besteht.

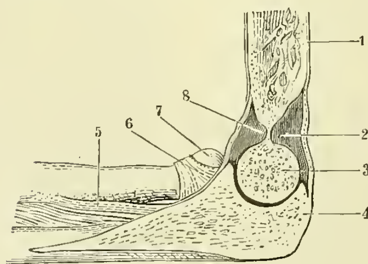


Fig. 28.

Schnitt durch das rechte Ellenbogengelenk. 1 Oberarmknochen, 2 und 8 Vertiefungen in demselben, 3 Kopf des Oberarmknochens, 4 der die Gelenkpfanne bildende obere Theil der Elle, sogenannter Ellenbogen, 7 Kopf der Speiche, 5 und 6 Bindegewebsbänder. (Krause, Anat.)

Das obere Ende wird durch Bänder mit dem Schulterblatt verbunden. Dies Schultergelenk ist das beweglichste am menschlichen Körper. Man kann die Ausdehnung der Bewegungsrichtung ungefähr als von einem Kegelmantel umschrieben denken. Die Spitze des Kegels würde dann im Gelenk liegen und die Basis desselben von den äussersten Punkten, nach welchen der untere Theil des Oberarms bewegt werden kann, zusammengesetzt werden.

An den Oberarmknochen setzt sich nach unten ein Doppelknochen an, welcher den Unterarm bildet. Es sind zwei lange parallele oder etwas umeinander gedrehte Röhrenknochen, welche vom Ellenbogen bis zum Handgelenk reichen und als Ellenbogenbein und Speiche bezeichnet werden.

Denkt man sich den Arm in ruhender Lage am Körper herabhängend, so liegt das Ellenbogenbein nach hinten. Am oberen

Ende desselben bemerken wir einen starken, hakenförmig gekrümmten Fortsatz, welcher als Ellenbogen (*Olecranon*) bezeichnet wird. Kurz unter ihm liegt noch ein zweiter, aber kleiner Fortsatz. Das untere Ende wird von einem kleinen rundlichen Kopfe gebildet, an welchen sich die Handwurzelknochen zum Theil ansetzen.

Die Speiche liegt nach vorn und ist beim ausgewachsenen Menschen ungefähr 2 Cm. kürzer als das Ellenbogenbein. Oben ist sie dünn, unten etwas verdickt, in der Mitte leicht nach aussen zu gebogen, der Querschnitt ist ebenfalls von ungefähr dreieckiger Gestalt. Am oberen Ende setzt sich die Speiche mit einem runden Kopfe zum Theil an den Oberarm, zum Theil an das Ellenbogenbein an. Auf diesen Kopf folgt ein dünner, cylindrischer Hals. Das untere Ende ist dicker und endigt schliesslich mit einer länglich dreieckigen, nicht sehr tiefen Gelenkgrube.

Der Zwischenraum zwischen diesen beiden Knochen wird durch ein dünnes Band ausgekleidet. Die Endstücke der Knochen sind durch sogenannte Drehgelenke miteinander vereinigt, welche es gestatten, dass sich die beiden Knochen in einer schwachen Spirale umeinander drehen, wodurch dann die Drehung des gesammten Unterarms um seine Achse ermöglicht wird. Wir sind im Stande, bei gerade ausgestrecktem Arme die Hand mehr als um drei Viertel eines Kreises um die Längsachse eines Arms zu drehen. Es kommt dabei das ganze untere Endstück der Speiche um den Kopf des Ellenbogenbeins. An den Unterarm setzen sich die Handwurzelknochen an. Dieselben bilden mit den Fingern die sogenannte

Hand.

Die Handwurzel setzt sich aus acht Knochen zusammen, dieselben sind klein, von unregelmässiger Gestalt und legen sich in zwei Reihen einander an. Da sich das untere Ende des Unterarms nach Art einer Gelenkpfanne ausgebildet zeigt, so muss sich die obere Reihe der Handwurzelknochen an ihrer Oberseite dieser Gelenkpfanne anpassen; vornehmlich sind es drei Knochen, welche die Handbasis bilden. Der erste Knochen, der unter dem äussersten Rande des Ellenbogenbeins liegt, wird als Schiff- oder Kahnbein bezeichnet. Er stellt ein unregelmässig länglich rundliches Gebilde dar, an dem sich vier Gelenkflächen vorfinden; eine liegt nach oben dem Ellenbogenbeine an, eine zweite liegt nach innen und verbindet sich mit dem zweiten Handwurzelknochen, die beiden andern liegen nach unten, an sie setzen sich einige Knochen der zweiten Reihe an.

Der zweite dem Schiffbein seitlich angelagerte Knochen heisst Mondbein, weil er im Ganzen halbmondförmig gebaut erscheint. Mit den inneren Theilen seiner Oberfläche liegt er schon etwas unter der Speiche. An ihn setzt sich der dritte Handwurzelknochen, das Pyramidenbein, an. Dasselbe besteht aus einem dreiseitig pyramidenförmig gestalteten Stück, welches sich an die Speiche mit einer kleinen Fläche ansetzt.

Das Erbsenbein endlich stellt den vierten Knochen der oberen Reihe dar. Es ist der kleinste der Handwurzelknochen, besitzt eine rundliche Gestalt und legt sich mit einer flachen Gelenkfläche an das Pyramidenbein an.

Die zweite, untere Reihe wird ebenfalls wieder aus vier Knochen gebildet. An dem Mittelhandknochen des Daumens der Hand liegt das grosse, unregelmässig sechsseitige Trapezbein, auf dieses folgt das kleine Trapezbein, welches oben mit dem Schiffbeine zusammenhängt und an seinem unteren Ende den Mittelhandknochen des Zeigefingers trägt.

Das Kopfbein stellt den grössten Handwurzelknochen dar. Es liegt oben unter dem Schiff- und Mondbeine, unten setzt sich an dasselbe der Mittelhandknochen des Mittelfingers an. Endlich liegt über dem Mittelhandknochen des Ring- und kleinen Fingers das Hakenbein, welches sich mit seiner oberen Fläche dem Pyramidenbeine anlegt.

Diese acht Handwurzelknochen sind untereinander und mit den anliegenden Skeletttheilen durch Bänder und Muskeln verbunden. Ihre Beweglichkeit untereinander ist keine sehr grosse. An der oberen Seite bilden sie den Kopf, welcher in den unteren Pfannentheil des Unterarms eingreift und der ganzen Hand eine Bewegung von oben nach unten gestattet.

Die Mittelhandknochen setzen sich in Gestalt von fünf kleinen, etwas gebogenen Röhrenknochen an die untere Reihe der Handwurzelknochen an. Ihre oberen Enden liegen nahe nebeneinander, die unteren sind etwas auseinandergespreizt. Ein jeder Mittelhandknochen setzt sich mit einer Gelenkfläche, wie wir schon oben gesehen haben, an die Handwurzelknochen an, während das untere Ende die fünf Finger der Hand trägt. Der Mittelhandknochen des Daumens ist der kürzeste dieser fünf, der des Zeigefingers der längste, die drei andern sind etwas kürzer als der letztere und zwar ist der folgende nicht so lang als der vorhergehende. Beim Menschen bleiben diese Knochen immer verhältnissmässig kurz, bei den meisten Säugethieren erreichen sie aber eine beträchtliche Länge.

Die Finger. Lässt man den Arm ruhig nach unten hängen, so gewahrt man leicht, dass jederseits der Daumen der am meisten nach innen und vorn gelegene Finger ist. Er besteht nur aus zwei aufeinanderfolgenden Fingergliedern, von denen das vordere nach dem Handinnern umschlagbar ist.

Die vier übrigen Finger setzen sich aus je drei getrennten Knochenstückchen zusammen. Dieselben sind von verschiedener Länge, das der Mittelhand ansitzende ist am grössten, das äusserste am kleinsten. Die Fingerglieder sind an den Enden etwas erweitert, in der Mitte mehr stabförmig und von oben nach unten zusammengedrückt, sie verbinden sich untereinander durch Cylindergelenke. Das vordere Ende eines jeden Gliedes trägt den Gelenkkopf, das hintere die Gelenkpfanne. Es ist nur eine Bewegung gegen die Innenhand zu möglich. Die Finger können zu einer Faust zusammengeballt werden. Mittelhand und Finger sind etwas freier gegeneinander beweglich, indem hier auch Seitenbewegungen ausgeführt werden können. Die äussersten Enden der letzten Fingerglieder sind mit scharfen abgesetzten Kuppen ausgestattet, über welchen dann die Nägel gelegen sind.

Ausser diesen eben genannten Knochen finden wir in der Hand noch einige kleine Knochen von der Gestalt und Grösse einer Linse oder halben Erbse, welche auf den Endtheilen einiger Mittelhandknochen oder Fingerglieder gelegen sind. Man bezeichnet dieselben als Sesambeine. Der Daumen hat drei derselben, zwei weitere finden sich am ersten Gelenk des Zeigefingers und kleinen Fingers. Sie brauchen nicht immer vollständig verknöchert zu sein, sondern es kann an ihrer Stelle auch ein Faserknorpel auftreten.

Die untere Extremität.

Dieselbe ist durch einen festen Beckenring mit dem Körper verbunden und besteht im Wesentlichen aus denselben Skelettstücken wie die obere Extremität. Wir haben gesehen, dass die Darm-, Scham- und Sitzbeine auf jeder Seite zusammentreten und an dieser Stelle eine muldenförmige Vertiefung bilden, welche die Gelenkpfanne für den Oberschenkelknochen abgibt.

Das Oberschenkelbein (s. Fig. 27). Dasselbe stellt den längsten und stärksten Röhrenknochen des Körpers dar, welcher jederseits von der Hüfte bis zum Knie hinuntergeht und von den Schenkelmuskeln umlagert wird. An demselben können wir mehrere Abschnitte unterscheiden zunächst oben den sogenannten Kopf, welcher sich in die Gelenkpfanne des Hüftbeins mit seinem runden

Endstücke einfügt. Auf diesen Kopf folgt ein kurzer Hals und nun setzt sich unter einem stumpfen Winkel nach unten zu der eigentliche Körper oder das Mittelstück des Oberschenkelbeins fort.

Der Kopf ist kugelförmig entwickelt und setzt sich gegen den Hals ziemlich scharf ab. Am hinteren Theile des Halses, ungefähr in der Verlängerung des Hauptknochentheils, erhebt sich ein Vorsprung, an welchen sich zahlreiche Muskeln ansetzen, die vom Becken kommen. Man bezeichnet diesen Vorsprung als Rollhügel (*Trochanter*). In der Höhe desselben erreicht der Oberschenkelknochen seinen grössten Durchmesser. Neben diesem grossen Rollhügel hat man noch einen kleineren, mehr nach hinten verlaufenden unterschieden. Das Mittelstück des Oberschenkelbeins stellt sich als starkwandige Röhre dar, welche im Innern von Mark erfüllt ist; an ihrem unteren Ende verdickt sich dieselbe wieder allmählich und bildet schliesslich das untere Endstück, welches am Knie gelegen ist und ein stark doppelkugelförmig vorspringendes Knochenstück bildet. Auf dem Querschnitt erscheint dieser Endtheil nierenförmig, d. h. an einer Seite tief ausgebuchtet. Es werden so zwei starke Gelenkköpfe gebildet, an welche sich die gleich zu besprechenden Unterschenkelbeine ansetzen. Die ausgehöhlte Fläche ist nach innen gelagert, nach der sogenannten Kniekehle zu, die Vorderfläche springt stark bogenförmig nach aussen vor. Auf ihr liegt die rundliche Kniescheibe. Die Bewegungen, welche das Oberschenkelbein in dem Hüftgelenke ausüben kann, sind auch ziemlich ausgiebig. Es vermag dasselbe einen weiten Kegel nach aussen zu beschreiben, derselbe ist jedoch nicht so gross wie derjenige, welchen die Oberarmknochen zu beschreiben vermögen. An den Oberschenkelknochen setzt sich nun das Schienbein und das Wadenbein an, es bilden dieselben den knöchernen Unterschenkel.

Das Schienbein ist nach aussen und vorn gelegen und stellt sich als starker und längster Röhrenknochen des Skeletts dar, indem es auch den Oberschenkel um ein bis zwei Centimeter an Länge übertrifft. An seinem oberen Theile ist es stark und besteht hier aus zwei verschmolzenen Gelenkköpfen. Das Mittelstück verläuft ziemlich gerade und ist dreikantig. Eine dieser Seiten lässt sich an der nach innen gelegenen Vorderfläche des Unterschenkels meist deutlich durchfühlen, die andern beiden Seiten verlaufen mehr nach innen zu. Das untere Endstück ist nicht ganz so stark wie das obere. An seinen Enden befindet sich eine quergestellte, länglich viereckige Gelenkpfanne, in welche sich der Fuss einlenkt. An der äusseren Seite dieses unteren Stückes ragt ein kurzer, starker,

vorn abgerundeter Knochen hervor, welchen wir als Knöchel bezeichnen.

Das Wadenbein ist etwas kürzer als das Schienbein und ausserdem bedeutend schwächer gebaut als jenes. Es liegt nach hinten und aussen und verläuft schwach gekrümmt nach unten. Das obere Endstück bildet auch wieder einen rundlichen Kopf, welcher sich mit einem Halse gegen das Mittelstück absetzt. Das untere Endstück, welches den seitlichen Knöchel bildet, ist ebenfalls auf seiner unteren Fläche mit einer Gelenkpfanne ausgestattet, die zur Aufnahme des Fusses dient.

Ueber dem Schienbeine und dem Oberschenkelbeine liegt die Kniescheibe, welche aus einem plattrunden Knochen gebildet wird, welcher in der Mitte dick, an den Rändern aber verhältnissmässig dünn ist. Sie wird mit dem Schienbeine durch das Kniescheibenband verbunden, dasselbe stellt sich als eins der stärksten Bänder des Körpers dar. Ausserdem wird das Kniegelenk durch eine grosse Anzahl von Bändern zusammengehalten, welche theils von den Oberschenkelbeinen nach den Unterschenkelbeinen verlaufen, theils aber auch als sogenannte Kreuzbänder in schräger Richtung von oben nach unten ziehen. Zwischen den Knochen, welche das Knie bilden, liegen noch zwei Zwischengelenkknorpel, die eine sichelförmige Gestalt besitzen. Die Bewegungen, welche das Kniegelenk gestattet, verlaufen hauptsächlich von vorn nach hinten, es können aber auch ganz geringe Drehbewegungen ausgeführt werden.

Der Fuss.

Auch der Fuss besteht wieder aus ähnlichen Knochen, wie wir sie bei der Hand kennen gelernt haben, nur ist die Anlagerung derselben hier eine etwas andere, was dadurch bedingt wird, dass der Fuss nicht mehr eine grosse freie Beweglichkeit hat und ausserdem mit seiner vollen Fläche fast senkrecht zu den Röhrenknochen des Beins gestellt ist.

Die Fusswurzelknochen. Es werden dieselben aus sieben kurzen, im Innern schwammig ausgebildeten Knochen gebildet, welche nicht regelmässig in zwei Reihen angeordnet sind.

Der nach hinten zu lagernde Knochen, das Sprungbein, schliesst sich an die Unterschenkelknochen an. Es ist oben stark gebogen und von Knorpel überzogen. Die untere Fläche ist platt und setzt sich aus zwei Vertiefungen, einer grösseren hinteren und einer kleineren nach vorn gelegenen, zusammen. Unter der grösseren liegt das Fersenbein, welches den stärksten Knochen des Fusses darstellt.

Es springt mit einem breiten, nach oben und unten hervorgewölbten Stücke nach hinten vor und bildet hier die sogenannte Ferse. Der unter dem Sprungbeine gelegene Theil des Fersenbeins erscheint gleichsam nur als Fortsatz des hinteren Abschnitts dieses Knochens und ist gegen denselben auf der Unterfläche durch eine tiefe Bucht abgegrenzt.

Vor dem Sprungbeine liegt das Kahn- oder Schiffbein. Es besitzt hinten eine Gelenkfläche, welche schalenförmig vertieft ist, vorn eine etwas erhabene. Das Kahnbein ist nach innen gelagert, seitlich neben ihm und nach vorn zu verläuft das Würfelbein, welches aber seinen Namen durchaus nicht verdient, indem es im Querschnitt unregelmässig fünfseitig erscheint. Mit der hinteren Seite legt es sich dem Fersenbeine an, mit der inneren Seite dem Schiffbeine, mit der vorderen Seite den beiden äusseren Mittelfussknochen; an die schräg nach innen und oben gerichtete Fläche legen sich dann drei nebeneinander gelagerte Keilbeine an, welche vorn die grosse Zehe und die beiden folgenden Zehen tragen. Die beiden äusseren Keilbeine liegen dem Kahnbeine auf.

Die Mittelfussknochen sind fünf cylindrische, leicht nach oben gewölbte Knochen, die in der Mitte ungefähr dreieckig sind und sich an den beiden Enden etwas vertiefen. Die hintere Endfläche setzt sich an die Fusswurzelknochen an, die vordere Endfläche bildet einen plattgedrückten kleinen Gelenkkopf, auf welchem die Zehenglieder aufsitzen. Auch hier ist der zum Daumen gehörige der kürzere, der folgende der längste Knochen.

Die Zehenglieder verhalten sich genau so wie die Fingerglieder, nur sind sie bedeutend kürzer als diese und können nur wenig gegeneinander bewegt werden.

Sesambeine finden sich an jedem Fusse, meist vier. Dieselben sind von etwas länglicher Gestalt. Eins liegt an der Fusssohle zwischen Mittelfussknochen und erstem grossen Zehenglied, das zweite zwischen den beiden Gliedern der grossen Zehe.

Die Muskeln des Rumpfes und der Extremitäten.

Vom Halse aus erstrecken sich Muskelmassen auch nach dem Rücken bis hinunter zum Bauchtheile, und wird es daher gut sein, die Muskeln des Nackens, der Rücken- und Lendengegend im Zusammenhange zu besprechen. Auch hier finden wir, dass in den verschiedenen Partien verschiedene Muskeln übereinander gelagert sind, sodass wir einzelne Schichten unterscheiden können, die sich zum

Theil nicht scharf voneinander trennen lassen, zum Theil aber wohl charakterisirt erscheinen. Zu äusserst liegen zwei grosse Muskeln, der Kappenmuskel und der breite Rückenmuskel; der erstere besitzt eine ungefähr dreieckige Gestalt, er heftet sich mit Fasern an das Hinterhauptsbein und an das Nackenband der Halswirbel und der ersten 12 Bauchwirbel an, andererseits geht er an den Kamm des Schulterblatts; wenn er sich contrahirt, so zieht er das Schulterblatt nach der Wirbelsäule zu. Die an das Hinterhauptsbein herantretenden Fasern strecken bei ihrer Contraction den Kopf. Der zweite Muskel ist der breite Rückenmuskel, welcher sich über die Seitentheile und im Rückentheil der Schulterblattgegend bis hinab zur Lendengegend ausbreitet, er geht schliesslich mit einer stärkeren Sehne nach oben, verbindet sich mit der Sehne des grossen runden Armmuskels und tritt so an den Kopf des Oberarmknochens heran; durch seine Contraction wird der Oberarm nach innen gezogen, eventuell auf den Rücken gelegt. Unter diesem liegt der Rautenmuskel. Derselbe entspringt von den Dornfortsätzen der zwei letzten Halswirbel und der vier ersten Brustwirbel und verläuft als viereckiger Muskel an den hinteren Rand des Schulterblatts, welches er nach innen und oben gegen die Wirbelsäule hinzieht. Der Schulterblattheber geht mit kurzen Sehnen von den vier ersten Halswirbeln ab und tritt an die obere Ecke des Schulterblatts heran, welches er bei seiner Contraction in die Höhe zieht. Der obere hintere Sägemuskel entspringt von den beiden Halswirbeln und den beiden ersten Brustwirbeln und heftet sich an die zweite und fünfte Rippe an; er wirkt als Athemmuskel, indem er bei seiner Contraction die Rippen in die Höhe zieht und dadurch den Brustkorb erweitert. Der untere hintere Sägemuskel geht von den Dornfortsätzen der beiden letzten Rücken- und der zwei ersten Lendenwirbel ab an die vier unteren Rippen heran; er wirkt ebenfalls als Athemmuskel, indem er die Rippen auf die Seite zieht und so den Brustkorb erweitert. Der Riemenmuskel des Kopfes entspringt neben dem Kappenmuskel am Hinterhauptsbeine des Kopfes und geht jederseits an die Dornfortsätze des dritten bis siebenten Hals-, sowie des ersten und zweiten Brustwirbels heran. Die beiden Muskeln ziehen den Kopf nach hinten, einer allein dreht denselben, sodass das Gesicht nach oben gelangt. Der Riemenmuskel des Halses geht von den obersten Halswirbeln gegen den dritten und vierten Rückenwirbel hin, er stellt sich als langer, platter, schmaler Muskel dar, welcher bei seiner Contraction den Hals nach rückwärts oder seitwärts zieht.

In der dritten Schicht liegt der lange gemeinschaftliche Rückgratsstrecker, welcher vom Kopf bis zum Kreuzbeine hinabreicht; er heftet sich mit Sehnen an die seitlichen Fortsätze der Wirbel an, verläuft dann in mehreren Bündeln schräg nach oben und geht mit verschiedenen Köpfen an die hinteren Rippenbogen heran. Bei seiner Contraction wird das Rückgrat gestreckt; wirkt nur einer der paarig vorhandenen Muskeln, so krümmt sich die Wirbelsäule nach der betreffenden Seite hin. Im Halstheile finden wir noch den Halsspitzenmuskel, welcher vom Kopf her an die seitlichen Fortsätze des dritten Halswirbels bis dritten Rückenwirbels herangeht; er wird noch unterstützt durch die Nackenmuskeln, welche ebenfalls vom Hinterhauptsbeine an die seitlichen Fortsätze des dritten Hals- bis siebenten Rückenwirbels gehen; diese Muskeln ziehen den Hals und Kopf sehr energisch nach rückwärts. Zwischen den Dornfortsätzen der Hals- und Rückenwirbel ziehen sich ebenfalls kleine sogenannte Halbdornmuskel hin, ebenso gehen vom zweiten bis achten Rückenwirbel solche Dornmuskeln an die unteren Rückenwirbel und oberen Lendenwirbel heran.

In der vierten Schicht liegt der vielgespaltene Rückenmuskel, welcher schräg von den Kieferfortsätzen eines Wirbels an die Dornfortsätze des über ihm liegenden herantritt, wir finden diese Muskeln durch die ganze Wirbelsäule hindurch. Ebenso liegen kleine Muskeln zwischen den einzelnen Dornen zweier Wirbel, sie strecken sämmtlich bei ihren Contractionen die Wirbelsäule. An den Kopf treten nun noch eine Anzahl von Muskeln, so der glatte seitliche Kopfmuskel, welcher von der Innenfläche des Atlas entspringt und an den Innentheil des Hinterhauptbeins herantritt. Der grössere hintere Kopfmuskel entspringt vom Dornfortsatz des zweiten Halswirbels und geht ebenfalls an das Hinterhauptsbein heran, er wird unterstützt durch den kleinen glatten Kopfmuskel, welcher vom Atlas an das Hinterhaupt geht; beide Muskeln strecken den Kopf. Der grosse untere schräge Kopfmuskel geht vom Dornfortsatz des zweiten Halswirbels an die hintere Fläche des Seitenfortsatzes des Atlas, durch seine Contraction wird der Atlas mit sammt dem Kopfe nach der Seite gewendet; ihm entgegengesetzt wirkt der obere schräge Kopfmuskel, welcher vom Hinterhauptsbeine an den seitlichen Fortsatz des ersten Halswirbels geht. Zwischen den Rippen finden wir die kurzen Rippenheber; dieselben entspringen von den seitlichen Fortsätzen der Brustwirbel und gehen an den hinteren Theil der nächstfolgenden Rippe über. Ueber ihnen liegen auf den unteren Rippen noch die sogenannten

langen Rippenheber, ihre Function wird schon durch den Namen ausgedrückt.

An der Brust finden wir eine ganze Anzahl von Muskeln, welchen auch wieder die verschiedensten Functionen zukommen. Zum Theil dienen sie dazu, den Kopf und Hals am Körper zu fixiren, zum Theil, die Arme zu bewegen, und endlich haben sie den Zweck, den Brustkorb zu heben und zu senken, also bei der Athmung eine Rolle zu spielen. Der grosse Brustmuskel stellt einen der kräftigsten Muskeln dieses Abschnitts dar, er ist breit, dick, von Gestalt dreieckig und liegt quer vor der Brust, seine Fasern entspringen einerseits an der Vorderfläche des Brustbeins, dann an der unteren Seite vom Brustbeintheile des Schlüsselbeins. Die Muskelbündel treten dann nach dem Arme zu etwas zusammen, verschmälern sich und bilden starke Sehnen, welche sich an den Kopftheil des Oberarmknochens anheften; bei seiner Wirkung zieht der Muskel den Oberarm nach vorn vor die Brust und dreht ihn gleichzeitig etwas nach innen. Der Unterschlüsselbeinmuskel heftet sich unter diesem vom Schlüsselbein und zwar vom äusseren Ende desselben an die erste Rippe an, er zieht bei seiner Contraction das Schlüsselbein und damit auch etwas die Extremitäten gegen das Brustbein zu. Der kleine Brustmuskel, welcher unter dem grossen liegt, geht von den äusseren Theilen der dritten bis fünften Rippe mit einer kurzen Sehne an den Rabenbeinfortsatz des Schulterblatts, er zieht die Schulter nach vorn oder hebt die Rippe etwas. Jederseits an den Seiten des Brustkorbs liegen die vorderen grossen Segelmuskeln, zum Theil unter den grossen Brustmuskeln verborgen; der vordere Rand erscheint zahnförmig ausgezackt und entspringt von den neun ersten Rippen, geht dann um die Seitenwand der Brust schräg nach oben und heftet sich endlich an die Basis des Schulterblatts an. Durch seine Contraction wird das Schulterblatt heruntergezogen; ist dasselbe fixirt, so hebt sich der ganze Brustkorb, wie es bei der Inspiration der Fall ist. Zwischen den einzelnen Rippen hat man eine ganze Anzahl von kleinen Muskeln als Zwischenrippenmuskeln beschrieben und hat deren äussere und innere unterschieden; sie gehen vom unteren Theile einer Rippe an die oberen Theile der nächsten und füllen den Raum zwischen je zwei Rippen vollständig aus. Die äusseren Zwischenrippenmuskeln nähern bei ihrer Contraction die Rippen einander und heben sie in die Höhe. Die äusseren verlaufen von hinten nach vorn, die inneren kreuzen sich mit ihnen, sie nähern bei ihrer Contraction ebenfalls die Rippen einander, bewirken aber eine Senkung derselben. Im Innern geht vom Kör-

per des Brustbeins an den dritten bis sechsten Rippenknorpel der dreieckige Brustmuskel heran; wenn er sich contrahirt, so zieht er die Rippen herab, wirkt also bei der Ausathmung. An der Schulter finden wir den grossen Deltamuskel, welcher die eigentliche weiche Schultermasse bildet; er entspringt von dem äusseren Theile und oberen Rande des Schlüsselbeins und zum Theil mit einigen Sehnen vom Schulterblatt, verläuft dann als dickbäuchiger Muskel über den Oberarmtheil herum und bildet eine starke Sehne, welche sich etwas über der Mitte des Oberarms an die Leiste dieses Extremitätenknochens ansetzt; er bewirkt bei seiner Zusammenziehung eine Hebung des Oberarms und wird unterstützt durch den Hakenmuskel, der von der Spitze des Rabenbeinfortsatzes abgeht und sich an den vorderen Rand der Leiste des kleinen Oberarmhöckers ansetzt; er hebt den Oberarm nach vorn und rollt ihn nach aussen. Die Grätenmuskeln, deren wir einen oberen und einen unteren unterscheiden, heben den Oberarm und rollen ihn nach aussen, sie sind dreieckig, der obere entspringt vom oberen Theile des Schulterblatts und geht an den grossen Höcker des Oberarms heran, der grössere untere entspringt vom unteren Theile des Schulterblatts, läuft über dasselbe hinweg, indem er den Raum zwischen dem unteren Schulterblatttheile und dem Schulterkamme ausfüllt, und heftet sich mit einer starken platten Sehne an den grossen Höcker des Oberarms an. Weiterhin unterscheidet man einen grossen und einen kleinen runden Armmuskel. Der kleine liegt unter den eben besprochenen Muskeln und zeigt im Grossen und Ganzen denselben Verlauf, er entspringt vom unteren Theile des Schulterblatts und heftet sich unter der Sehne des Untergrätenmuskels an den grossen Höcker des Oberarms an. Der grosse runde Armmuskel entspringt vom unteren Winkel des Schulterblatts und läuft in querer Richtung etwas nach vorn aufsteigend an den vorderen Theil des Armknochens, woselbst er sich mit einer platten Sehne an die Leiste des kleinen Oberarmhöckers ansetzt; er zieht den Oberarm gegen den Körper und etwas nach rückwärts, rollt ihn dabei nach innen. Der untere Schulterblattmuskel entspringt von der Innenfläche des Schulterblatts und heftet sich, nachdem er sich etwas verjüngt hat, mit einer stärkeren Sehne an den kleinen Oberarmhöcker an, er rollt den Oberarm nach innen und zieht ihn herab.

Die Armmusculatur, zu der ja die letztgenannten Muskeln auch zu zählen sind, zeigt sich in ihrem weiteren Verlaufe unabhängig von den übrigen Skelettstücken, indem die gleich zu besprechenden Muskeln nur zwischen den aufeinander folgenden Skeletttheilen der obe-

ren Extremität ausgespannt sind. Auch die Muskeln des Arms werden, wie die übrigen Muskeln des Körpers, von sogenannten Fascien bedeckt; es sind dies, wie schon erwähnt, bindegewebige Lamellen, in denen Muskelfasern verlaufen und welche mit den Sehnen der Muskeln in Verbindung treten. Es verbinden diese Fascien gleichsam die verschiedenen Muskelpartien des Körpers untereinander, ihre speciellen Functionen sind noch nicht vollständig aufgeklärt, weil die Wirkungen des gesammten Muskelapparates immerhin äusserst complicirte sind. Man findet nun an den Extremitäten, sowohl an der Hand wie auch am Fuss, einige grössere Bänder, welche aus Bindegewebe bestehen und quer über die Skeletttheile hinweg verlaufen, unter ihnen gehen dann die Sehnen der betreffenden Armmuskeln hindurch. Es bilden diese Bänder Beugelinien, denn wenn ein Muskel von einem oberen Skelettstück unter dem Bande hindurch an ein unteres Skelettstück herangeht, so wird er bei seiner Contraction dort, wo das Band ausgespannt ist, geknickt und dadurch wird eine Winkelstellung der beiden Skeletttheile gegeneinander bewirkt. Am Arme haben wir das Handrückenband, unter welchem besonders die Endsehnen des noch zu besprechenden Fingerstreckers verlaufen. Es liegt am Handgelenk quer über den Handrücken herüber und bildet eine Anzahl von Scheiden, in denen sich die Sehnen der Streckmuskeln hinziehen. Ein zweites Band liegt in der Hohlhand ebenfalls über dem Handgelenke, wir bezeichnen es als Hohlhandband, unter ihm gehen die Sehnen der Beugemuskeln der Finger hindurch. Am Unterarm haben wir den hier zu besprechenden langen Hohlhandmuskel, welcher vom Ellenkopf des Oberarms entspringt, dann unten in eine lange Sehne übergeht, welche über dem Hohlhandbande in die innere Handfläche hinabsteigt und sich auf einer Fascie der Hohlhand (der sogenannten Hohlhandfascie) ausbreitet. Von dieser Fascie entspringt auch noch der kurze Hohlhandmuskel, der mit einigen Fasern quer in die Haut und in den Abziehmuskel des Daumens verläuft.

Am Arm selbst tritt eine grössere Anzahl von Muskeln auf, welche ihn der Länge nach überziehen und entweder auf der Oberseite desselben oder auf der Unterseite angebracht sind. Es wirken hier zwei oder mehrere Muskeln in entgegengesetzter Richtung, einer dient dazu, den Unterarm einzuknicken, der entgegengesetzte streckt denselben wieder, sobald er sich contrahirt. Ebenso dreht ein Muskel den Arm von aussen nach innen, ein anderer, ihm entgegengesetzter bringt ihn wieder in die Aussenlage zurück. Es ist dabei selbstverständlich nothwendig, dass sich die Muskeln mit der einen

Ansatzstelle am Oberarm befestigen und mit der andern Ansatzstelle an einen der beiden Unterarmknochen herantreten.

Der Beuger des Vorderarms liegt an der vorderen Seite des Oberarms und setzt sich ungefähr in der Mitte desselben an. Er geht dann an den grossen Höckerfortsatz der Speiche und bewirkt bei seiner Contraction die Beugung des Arms; er wird noch unterstützt durch den sogenannten inneren Armmuskel, welcher vom Oberarm gegen die Elle hin zieht. Die Strecker des Arms sind der dreiköpfige Armmuskel, welcher von der Hinterseite des Oberarms entspringt und an das Olecranon der Elle herantritt. Es würde hier zu weit führen, wenn wir alle die einzelnen Muskeln, welche sich an den Extremitäten finden, aufzählen wollten.

Ebenso wie sich am Oberarm Muskeln vorfinden, welche den Unterarm beugen und strecken, nach rechts und links drehen, ebenso finden sich auch Muskeln vor, welche vom Unterarm nach der Hand zu gehen, dieselbe nach innen einkrümmen und wieder nach oben in die Höhe bewegen, sowie dieselbe nach aussen und innen drehen und die rollende Bewegung derselben veranlassen.

Die Finger werden in ganz ähnlicher Weise gebeugt und gestreckt. Die vier letzten Finger mit Ausnahme des Daumens haben einen gemeinsamen Strecker, welcher sich am oberen Theile des Unterarms ansetzt und dann mit vier Sehnen über die Fingerrücken bis zum vorderen Fingergliede hin verläuft. Sowie sich dieser Muskel contrahirt, strecken sich die vier hinteren Finger und gleichzeitig spreizen sich dieselben ein wenig. Der Daumen hat einen kurzen eigenen Strecker, welcher von der Elle heruntergeht und sich am ersten Daumengliede anheftet. Derselbe wird noch unterstützt durch den langen Daumenstrecker, welcher auch von der Elle entspringt und sich schliesslich mit der Sehne des kurzen Daumenstreckers verbindet. Ebenso haben noch der Zeigefinger und der kleine Finger je einen besonderen Strecker.

Die Beugung der Hand und des Vorderarms geht durch eine Anzahl von Muskeln vor sich, von denen einer am unteren Kopfe des Oberarmknochens entspringt und zur Mitte der Speiche hin geht. Bei seiner Contraction wird der Arm gebeugt. Dasselbe findet statt durch den inneren Speichenmuskel, welcher gleichfalls am unteren Oberarmknochen seinen einen Ansatzpunkt hat und sich an die Basis der Mittelhandknochen anheftet. Er bewirkt eine Drehung der Hand um die Achse des Handgelenks.

Die Finger werden durch mehrere Muskeln gebeugt, so durch den oberflächlichen Fingerbeuger, welcher von der Mitte

des Vorderarms mit zwei Fasern schliesslich an den Mittel- und Ringfinger übergeht. Ebenso verläuft noch eine Faser an den Zeige- und den kleinen Finger. Bei der Contraction dieses Muskels werden die vier genannten Finger nach innen gebeugt. Er wird noch unterstützt durch den inneren Beugemuskel, welcher von der Elle heruntergeht und sich ebenfalls mit vier Sehnen an den zweiten bis fünften Finger anheftet. Der Daumen hat seinen besonderen Beuger, der von der Mitte der Speiche an das zweite Daumenglied herangeht und dieses umbiegt.

In der Mitte der Hohlhand liegen vier kleine Muskeln, welche an die ersten Glieder des zweiten bis fünften Fingers gehen und das erste Glied dieser Finger beugen. Am Daumen sind noch vier weitere Muskeln zu bemerken, von denen zwei den Daumen nach aussen ziehen und ihn nach innen gegen den kleinen Finger zu bewegen. Der dritte Muskel beugt die beiden Daumenglieder, der vierte zieht den Daumen gegen den Zeigefinger. Ebenso besitzt der kleine Finger noch einen Abziehmuskel, einen kurzen Beuger und einen sogenannten Gegensteller. Diese letztgenannten Muskeln des Daumens und des kleinen Fingers entspringen in der Hand selbst und gehen von da aus an die Finger über. Es werden die Handwurzelknochen von einem breiten Bande auf der Innenseite der Hand überzogen und an dieses Band heften sich dann die Beuger des Daumens und des kleinen Fingers an. Weiterhin finden sich in der Hand noch Zwischenknochenmuskeln, drei auf der Innenseite, vier auf der Oberseite. Sie gehen von den Handwurzelknochen theils an die Seitenränder der ersten Fingerglieder, theils an die Sehnen der Fingerstrecker. Sie ziehen die Finger gegeneinander hin.

Bei allen Muskeln müssen wir stets bedenken, dass dieselben an einem Hebelapparate wirken, und dem entsprechend müssen ihre Angriffspunkte immer auf zwei verschiedene Knochen vertheilt sein. Auch die einfachste Bewegung irgend eines Körpertheils wird durch die Thätigkeit eines oder mehrerer Muskeln bedingt. Die Verhältnisse sind dabei oft so complicirt, dass sie sich nicht in wenigen Worten zusammenfassen lassen, sondern man müsste, wollte man alle Bewegungen des Körpers schildern, ein eigenes grösseres Werk darüber verfassen. Wir haben schon aus den oben angeführten wenigen Beispielen gesehen, dass meist mehrere Muskeln dazu nöthig sind, um eine bestimmte Bewegung auszuführen. In den Fällen, wo gleichzeitig ganz verschiedene Bewegungen nebeneinander vor sich gehen, compliciren sich natürlich die Vorgänge in den einzelnen Muskeln noch ganz bedeutend, indem meist grössere Muskelpartien oder auch

Muskeln, welche zu den verschiedensten Organen übergehen, in Anspruch genommen werden. Für unsere Zwecke genügt es, wenn die hauptsächlichsten Muskeln des Körpers und ihre Wirkungen hier besprochen werden.

Die Muskeln am Bauche.

Diese stellen sich als breite, platte Muskeln dar, welche über die Vorderfläche des Bauches, sowie im Rückentheile in verschiedenen Richtungen hinziehen, sie sind ebenso wie alle übrigen Muskeln symmetrisch angeordnet. Die Symmetrieebene wird theils durch das Rückgrat, theils aber auch durch einen starken sehnigen Streifen bestimmt, welcher über die vordere Bauchwand von oben nach unten, also von der Herzgrube nach der Schamgegend hinuntersteigt und seiner Farbe entsprechend als die weisse Linie bezeichnet wird. Es ist diese Linie aus starken Sehnen zusammengesetzt, von ihr gehen nach rechts und links einige Sehnen ab, an welche sich die vordere Bauchmusculatur anheftet. Ganz zu vorderst liegt nun der gerade Bauchmuskel, welcher von den Knorpeln der fünften bis siebenten Rippe und dem unteren Theile des Brustbeins entspringt und nun breit bandförmig nach unten neben der weissen Linie bis in die Schamgegend hinein verläuft, wo er sich an den oberen Rand der Schambeine ansetzt. Er wird durch einige sogenannte Zwischensehnen unterbrochen, wir können deren jederseits drei unterscheiden, welche also den Muskel in vier Partien theilen. Der zweite Muskel ist der Pyramidenmuskel des Bauches, er ist länglich dreieckig, geht vom oberen Rande des Schambeins neben der weissen Linie in die Höhe und verliert sich endlich in einer Fascie, welche den geraden Bauchmuskel überdeckt; er braucht nicht constant vorzukommen. Der schräge absteigende Bauchmuskel ist breit, platt, viereckig, er geht vom hinteren Rande der fünften bis zwölften Rippe schräg nach vorn, heftet sich an den oberen Rand des Darmbeins und geht bis zum Höcker des Schambeins, er bildet in seinem unteren Theile das sogenannte Leistenband; zwischen diesem Leistenband und den unteren Sehnen des Muskels liegt dann der Leistenkanal. Der schräge innere aufsteigende Bauchmuskel geht vom Hüftbeinkamme mit zahlreichen Fasern schräg nach oben und vorn, die Fasern heften sich mit Sehnensträngen an die Knorpel der neunten und zehnten Rippe und dann an den Seitentheil der um den geraden Bauchmuskel herum liegenden Fascien an, sodass der untere Theil der Sehnen dieses Muskels bis in die Leistengegend hinabreicht. Der quere Bauchmuskel läuft unter dem vorigen und zwar vom unteren

Rippenrande aus der Lenden- und Beckengegend mit quer um die Seitentheile des Bauches verlaufenden Fasern nach vorn, bildet hier eine lange, breite Sehne, die sich ebenfalls an die Fascien des geraden Bauchmuskels anheftet. Ein kräftiger, länglich viereckiger Muskel, der sogenannte viereckige Lendenmuskel, läuft von den Lendenwirbeln neben den später noch zu besprechenden grossen Lendenmuskeln herab, er heftet sich am hinteren Theile des Darmbeins an und geht nach dem unteren Rande der Lendenrippen und an die ersten Lendenwirbel heran, bildet also die hintere Bauchwand; bei seiner Contraction zieht er die Rippen etwas herab oder er biegt die Wirbelsäule, wenn er einseitig wirkt, nach der betreffenden Seite hin.

Die Bauchhöhle wird von der Brusthöhle, wie schon erwähnt wurde, durch das Zwerchfell getrennt, welches sich als ein kreisförmiger Muskel darstellt, dessen einzelne Fasern theils radiär verlaufen, von denen aber auch Muskelbündel längs der Wirbelsäule hinziehen und an die einzelnen Lendenwirbel herantreten. Wie wir schon gesehen haben, setzt sich das Zwerchfell mit seinem sehnigen Theile an die vorderen Rippenabschnitte an und zwar geht diese Ansatzlinie ungefähr vom unteren Theile des Brustbeins beiderseits etwas nach unten und hinten zum Beginn des Lendentheils im Rücken. Im Innern stellt das Zwerchfell eine breite feine Platte dar, durch welche die innere Hohlvene und auch die Speiseröhre hindurchgeht. Vor der Wirbelsäule findet sich im Zwerchfell ein Schlitz, der die Aorta umschliesst und in dessen Umkreis die sich zum Theil kreuzenden Muskelbündel liegen, welche das Zwerchfell nach den Lendenwirbeln entsendet.

Die Muskeln am Becken und an der unteren Extremität.

Die Muskeln des Beckens gehen nun auch ebenso wie die Muskeln der Schulter an eine Extremität heran und zwar an die untere, wir müssen daher unterscheiden zwischen den Muskeln, welche zwischen dem Beckengürtel und der Extremität ausgebreitet sind, und zwischen jenen, welche allein den Skeletttheilen der Beine zukommen. Vom Sitzbeine entspringt der sogenannte Steissbeinmuskel, welcher an das Steissbein herantritt und dasselbe nach innen, resp. nach vorn zieht. Auch bei der unteren Extremität haben wir wieder eine Anzahl von Fascien, welche die verschiedenen Muskelpartien untereinander verbinden und die einzelnen Muskeln überziehen. Wir können auf dieselben nicht eingehen, weil sich durch

ihre Besprechung das Verständniss für die Musculatur entschieden erschweren würde.

Da das Becken fest mit dem Skelett verwachsen ist und daher gegen die Wirbelsäule hin nicht verschoben werden kann, so sind auch keine Muskeln nöthig, welche das Becken mit andern Skeletttheilen, zum Zweck eigener Bewegung, in Verbindung bringen. Nur das Steissbein wird mit dem Becken durch zwei kurze Muskeln verbunden, welche, wenn dasselbe zurückgedrängt worden ist, die ursprüngliche Lage des Steissbeins wiederherzustellen suchen. Die Muskeln der unteren Extremität kann man in die der Hüften, des Oberschenkels, des Unterschenkels und des Fusses zerlegen. Es kommt selbstverständlich bei der Musculatur des Beins auch wieder darauf an, die gesammte Extremität zu bewegen, sowohl die einzelnen Stücke gegeneinander als auch die Extremität gegen den übrigen Körper. Gerade die Beine dienen dem Menschen einzig zur Fortbewegung, sie haben daher eine verhältnissmässig hohe Arbeit zu verrichten, und es kann uns dabei nicht Wunder nehmen, wenn wir die Beinmusculatur auch bedeutend mächtiger entwickelt finden, als dies am übrigen Körper der Fall ist. Im Grossen und Ganzen sind die Bewegungen, welche das Bein ausübt, eine Beugung des Knies nach vorn, ein Aufsetzen des Fusses und dann eine Streckung des gesammten Beins, wodurch der Körper weiter bewegt wird. Die Kniebeuge braucht aber nicht stattzufinden, sondern es wird oft das Gesammtbein nach vorn gehoben, dann wird der Körper gesenkt, und dadurch, dass nun eine weitere Beugung des Körpers nach vorn stattfindet, wird die Fortbewegung desselben eingeleitet. Die Fusspartie besitzt die Function, den Gang elastisch zu machen. Dadurch, dass der Fuss an den Unterschenkel nicht starr angeheftet ist, sondern lose durch Gelenke ihm ansitzt, kann eine Bewegung des Fusses gegen den Unterschenkel, besonders in der Richtung von oben nach unten, stattfinden. Wenn wir daher den Fuss nach unten bewegen, sobald das Bein nach rückwärts gerichtet ist, so werden wir dadurch den Körper nach vorn und oben etwas in die Höhe heben und ihn so vorwärts stossen.

Betrachten wir nun die Hauptmuskeln, welche sich am Becken u. s. w. ansetzen, so finden wir zunächst eine Musculatur, welche in der sogenannten Hüfte gelegen ist, also von dem Lendentheile des Körpers und von dem Becken nach dem Oberschenkel hinuntergeht. Sehr kräftig ist der grosse Lendenmuskel. Derselbe ist ein starker, länglicher, oben platter, in der Mitte rundlicher Muskel, welcher sich an der hinteren Bauchwand, also an der Innenseite der

Wirbelsäule ansetzt; er entspringt mit doppelten Reihen von Ansätzen von den Seitenflächen der Körper des 12. Rückenwirbels und der vier ersten Lendenwirbel, ausserdem bekommt er noch Fasern von den übrigen Lendenwirbeln, er geht durch das Becken hindurch und steigt neben dem Leistenkanal herab, um sich an den oberen Theil des Oberschenkels, an den sogenannten kleinen Kopf desselben anzuheften.

Vom oberen Rande des Beckens und zwar von dem Darmbeine entspringt der Darmbeinmuskel. Derselbe geht als ein dreieckiger, platter, dicker Muskel nach vorn herab und ebenfalls hinter dem Leistenbande mit dem kleinen Lendenmuskel vereinigt nach unten, um sich gleichfalls an den kleinen Kopf des Oberschenkels anzuheften. Durch die Contraction dieser Muskeln wird der Oberschenkel gegen das Becken zu gebeugt und gleichzeitig etwas nach innen gebogen, oder wenn man den Oberschenkel fixirt, so beugt sich bei der Contraction der Rumpf und das Becken nach vorn.

Der grosse Gesässmuskel stellt den mächtigsten Muskel der Hüftgegend dar und den stärksten Muskel des Körpers überhaupt. Er entspringt äusserlich an dem hinteren Theile des Darmbeins und von den hinteren Flächen des Kreuz- und Steissbeins, läuft dann nach vorn und unten hinab und geht mit einer breiten, starken Sehne seitlich an die Aussenfläche des grossen Rollhügels des Oberschenkels heran. Er hebt und streckt den Oberschenkel nach rückwärts und seitwärts, wirkt also als sogenannter Antagonist der eben beschriebenen Muskeln. Ist der Körper auf den Schenkeln nach vorn gebeugt, so richtet dieser Muskel das Becken und damit den gesammten Oberkörper wieder auf. Der mittlere Gesässmuskel ist ebenfalls dreieckig, dick und stark und liegt unter dem vorigen, geht aber mehr von der oberen Hälfte der Aussenfläche des Darmbeins ab und setzt sich ebenfalls mit einer starken Sehne an den seitlichen Theil des grossen Rollhügels. In seiner Wirkung ist er ähnlich wie der vorhergehende. Unter ihm liegt noch ein kleiner Gesässmuskel, welcher sich an die Innenfläche des grossen Rollhügels ansetzt und den vorigen unterstützt. Unter diesem kleinen liegt dann noch ein birnförmiger Muskel, der an der vorderen Fläche des Kreuzbeins entspringt und sich schliesslich mit einer dünnen Sehne neben dem vorigen Muskel an gleicher Stelle anheftet.

Die Zwillingsmuskeln, von denen wir einen oberen und einen unteren unterscheiden, sind kleine Muskeln, welche von dem hinteren Theile des Sitzbeins ausgehen, dann quer nach vorn verlaufen und sich neben den gleich zu besprechenden inneren Hüft-

beinlochmuskeln am oberen Rande des grossen Oberschenkelrollers ansetzen. Der Hüftbeinlochmuskel geht als platter, breiter Muskel innerhalb des Beckens von der Innenfläche des Sitz- und Schambeins und zwar im Umkreis des Beckenlochs herum, verläuft zunächst nach hinten und seitlich und geht dann neben dem Sitzbein vorbei und an den Oberschenkel heran. Aeusserlich liegt ihm ein Hüftbeinmuskel auf, welcher vom äusseren Rande des Hüftbeinlochs entspringt und ebenfalls an den grossen Rollhügel des Oberschenkels herantritt, in dessen Grube er sich befestigt. Er sowohl wie der vorher besprochene rollt den Oberschenkel nach aussen, dabei werden diese Muskeln noch durch den viereckigen Schenkelmuskel unterstützt, welcher von dem Sitzbeine ebenfalls an den Oberschenkelkopf herantritt.

Am Oberschenkel finden wir mehrere Schichten, welche je verschiedene Functionen zu übernehmen haben. Vorn und zwar vom vorderen Rande des Beckens quer über den Oberschenkel nach unten und dann über dem Knie nach hinten verlaufend bis zum Schienbeine herab zieht ein dünner platter Muskel, der sogenannte Schneidermuskel. Durch seine Contraction wird der Unterschenkel etwas angebogen und bewegt sich nach innen. Ganz innerhalb des Schenkels verläuft der schlanke Schenkelmuskel, er geht von der Schambeinfuge herunter ebenfalls an den oberen Theil des Schienbeins und wirkt ähnlich wie der eben besprochene.

Vorn und an der Seite des Oberschenkels verlaufen vier grosse Muskeln, welche die Hauptfunction des oberen Beins zu übernehmen haben. Zunächst der gerade Schenkelmuskel, welcher vorn vom Becken bis zum Knie gerade heruntersteigt, wo er sich mit einer längeren Sehne an den oberen Rand und die Vorderfläche der Kniescheibe anheftet. Der eigentliche Schenkelmuskel liegt gleich hinter dem eben besprochenen, er entspringt vom vorderen Theile des Oberschenkelknochens und geht ebenfalls an den oberen Rand der Kniescheibe und an die Kapsel des Kniegelenks heran. Aussen liegt der sogenannte dicke Schenkelmuskel, welcher oben am Oberschenkelkopf entspringt und sich unten mit Sehnen an den oberen und seitlichen Rand der Kniescheibe ansetzt. Ebenso liegt nach innen zu der innere dicke Schenkelmuskel, welcher von der Innenfläche des Oberschenkels entspringt und an den oberen und inneren Rand der Kniescheibe tritt. Wir sehen, dass alle diese vier Muskeln zur Kniescheibe übergehen; sowie sie contrahirt werden, ziehen sie die Kniescheibe in die Höhe. Da nun aber die letztere durch ein sehr starkes Band mit dem oberen Theile

des Schienbeins verbunden ist, so wird bei der Contraction dieser Muskeln nicht allein die Kniescheibe gehoben, sondern auch gleichzeitig der ganze Unterschenkel gestreckt. Wir können die Contraction dieser Muskeln äusserlich durchfühlen, wenn wir es versuchen, das Bein recht fest zu strecken, wir bemerken alsdann, dass die vorderen, seitlichen und inneren Schenkelpartien straff und fest werden.

An der Innenseite des Oberschenkels finden wir den Kammmuskel, welcher vom vorderen Beckenrande und zwar von der vorderen Fläche des Schambeins an die seitliche Fläche des Oberschenkels herantritt; wird er contrahirt, so zieht er den gesammten Oberschenkel in die Höhe, er beugt denselben gegen den Leib zu. Er wird noch unterstützt durch vier Anschiebemuskeln, welche ebenfalls von dem Schamsitzbeine entspringen und an den Oberschenkelknochen herantreten. Wir bezeichnen diese vier Muskeln als langen, kurzen, kleinen und grossen Anzieher des Oberschenkels. Gleichzeitig nähern sie bei ihrer Contraction die beiden Oberschenkel einander. An der hinteren Seite finden sich natürlich ebenfalls eine grössere Anzahl von Muskeln. Dieselben sind dadurch ausgezeichnet, dass ihr Unterabschnitt in eine längere, dünne Sehne verläuft, während sich der Oberabschnitt mit breiteren Flächen ansetzt; es ist der halbsehnige Muskel, welcher vom Darmbeine zunächst in der Mitte des Oberschenkels, dann an der inneren Seite der hinteren Fläche des Oberschenkels herunterläuft und an der Innenseite des Beins unter dem Knie herumgeht und an die Innenfläche des Schienbeins tritt. Auch der halbhäutige Muskel verläuft in ähnlicher Weise, dicht neben den eben genannten gelagert. Er inserirt sich an den Seiten des Schienbeins. Weiterhin geht hinten und aussen am Oberschenkel entlang der zweiköpfige Schenkelmuskel, welcher seinen Namen daher führt, weil er an seinen oberen Enden mit zwei Köpfen angeheftet ist. Sein oberer Kopf heftet sich an das Darmbein an, während der untere kurze Kopf in der Mitte des Oberschenkels seinen Ursprung nimmt. Der Muskel selbst verläuft gerade an der hinteren Seite des Oberschenkels herab, tritt dann an den Kopf des Wadenbeins heran und ist ausserdem mit der Kniegelenkkapsel verbunden. Die eben genannten Muskeln bewirken bei ihrer Contraction eine Beugung des Unterschenkels gegen den Oberschenkel und drehen zugleich den Unterschenkel etwas nach innen und aussen.

Die Muskeln am Unterschenkel. Dieselben haben die beiden Functionen, den Unterschenkel gegen den Oberschenkel hin

zu beugen und zu strecken und den Fuss am Unterschenkel zu bewegen. Auf der Frist des Fusses und am unteren Theile des Unterschenkels befinden sich einige Bänder, welche wir zunächst hier besprechen wollen. Dieselben bestehen zum Theil aus Musculatur, zum Theil aus Bindegewebsfasern. Sie gehen quer von einer Seite des Fusses zur andern und unter ihnen verlaufen die Sehnen einer Anzahl von Unterschenkelmuskeln; diese Sehnen gehen dann an die verschiedenen Fusstheile heran.

Dicht über dem Knöchel geht von der Innenseite des Wadenbeins zur Aussenseite des Schienbeins ein breiteres Band und ebenso geht von dem Knöchel aus ein Kreuzband, welches vorn über die Frist des Fusses sich hinzieht und an den Seiten mit mehreren Streifen an dem unteren Theile der Unterschenkelknochen und neben den Fussknochen befestigt ist.

An der vorderen Seite verläuft nach aussen neben dem Schienbeine der vordere Schienbeinmuskel. Er entspringt vom seitlichen Kopfe des Schienbeins, geht dann gerade herab, bildet sehr bald eine Sehne, mit welcher er unter dem Bande hergeht, welches vorn über den Knöcheln den Unterschenkel umspannt, dann verläuft er an die innere Fläche des Fusses und beugt bei seiner Contraction den Fuss nach oben, d. h., er richtet die Fussspitze in die Höhe oder zieht, falls der Fuss feststeht, den Unterschenkel nach vorn. Der Streckmuskel der grossen Zehe entspringt vorn an der Innenseite des Wadenbeins, läuft dann schräg nach vorn und unten, wo er auch in eine lange, breite Sehne endet, welche unter dem Kreuzbande hergeht und an die grosse Zehe herantritt. Für die übrigen Zehen ist ein gemeinsamer Streckmuskel vorhanden, welcher seitlich neben dem eben besprochenen Muskel liegt. Er entspringt oben am Kopf des Schienbeins und Wadenbeins und geht dann vorn und aussen am Unterschenkel herunter, bildet eine grössere Sehne, welche sich dicht über dem Kreuzbande des Fusses in fünf breite Sehnen trennt. Die vier inneren derselben ziehen zu der zweiten bis fünften Zehe, sie spalten sich an ihren Enden noch einmal in mehrere kleine Theile, welche an die verschiedenen Zehenglieder herantreten. Ebenso liegt vorn noch der dritte Wadenbeinmuskel, welcher an die fünfte Sehne des eben besprochenen Muskels herantritt, im Ganzen aber eine untergeordnete Rolle spielt. Durch den gemeinschaftlichen Zehenstrecker werden die drei Glieder der zweiten bis fünften Zehe gehoben, oder falls dieselben festgestellt werden, wird der Unterschenkel durch seine Contraction etwas gebeugt.

An der Aussenseite des Unterschenkels finden wir zunächst den

langen Wadenbeinmuskel. Derselbe ist lang und breit. Er entspringt mit zwei Köpfen an dem Kopf und Hals des Wadenbeins, bildet dann unten eine breitrunde Sehne und geht unter dem Knöchel durch eine Bindegewebsschlinge hindurch nach den seitlichen Fusssohlen. Er hebt den Fuss rasch in die Höhe und wendet den inneren Theil des Fusses und die Fussspitzen nach unten, die Sohle seitlich. Der kurze Wadenmuskel liegt vor dem eben besprochenen, der zum Theil von ihm bedeckt wird, er entspringt oben an der seitlichen Fläche des Wadenbeins, bildet unten ebenfalls wieder eine Sehne, welche hinter dem Knöchel auch durch eine Scheide hindurchgeht und an den Fuss herantritt und zwar an den fünften Mittelfussknochen. In seiner Function unterstützt dieser Muskel den vorhergehenden.

An den hinteren Seiten des Unterschenkels finden wir die eigentlichen Wadenmuskeln, Zwillingsmuskeln, welche aus zwei grossen, dickbäuchigen, nebeneinander liegenden Muskeln bestehen; sie sind unten breiter als oben und entspringen von dem unteren Theile des Oberschenkelknochens. Sie sind mit der Kniegelenkkapsel verbunden. In dem sogenannten Wadenabschnitte schwellen sie mächtig an und verlaufen dann, allmählich dünner werdend, schliesslich mit einer Sehne an die Ferse heran. Die Sehne dieser Wadenmuskeln vereinigt sich noch mit der des sogenannten Schollenmuskels, welcher den stärksten Muskel des Unterschenkels darstellt und unter den eben besprochenen Wadenmuskeln liegt. Er entspringt mit zwei Köpfen an den Köpfen des Wadenbeins und des Schienbeins. Nach unten zu verschmälert er sich schnell und bildet eine breitrundliche Sehne, die sich mit der der Wadenmuskeln verbindet und die sogenannte Achillessehne darstellt. Dieselbe ist die stärkste Sehne des Körpers, ungfähr 11 Cm. lang, 2 Mm. breit und 6 Mm. dick. Sie heftet sich unten an den Höcker des *Calcaneus* an. Durch die Contraction dieser drei Muskeln wird die Ferse in die Höhe gehoben und dadurch der Fuss nach unten bewegt. Befestigt man den Fuss, so können natürlich die Wadenbeinmuskeln, da sie am Oberschenkel angeheftet sind, auch die beiden Schenkeltheile gegeneinander beugen. Der Kniekehlenmuskel verläuft an die hintere Fläche der Kniekehle. Es ist nur ein kleiner Muskel, welcher vom unteren Theile des Oberschenkels zum Wadenbeinkopf herantritt und bei der Beugung des Unterschenkels behülflich ist. Am hinteren Rande des Unterschenkels finden wir auch den langen gemeinsamen Zehenbeuger, welcher an der Hinterseite oben an dem Schienbeine entspringt, alsbald in eine lange Sehne übergeht, welche

seitlich hinter dem inneren Knöchel vorbeizieht, hier ebenfalls unter einem Bande hindurchgeht und an dem inneren Fussrande und an der Fusssohle verläuft, woselbst er sich mit den Fussmuskeln und dem grossen Zehenbeuger verbindet. Darauf spaltet er sich in vier Sehnen, welche zu der zweiten bis vierten Zehe herantreten und die drei Glieder derselben beugen.

Längs des Schienbeins verläuft hinten noch ein weiterer sogenannter hinterer Schienbeinmuskel, welcher an der hinteren Fläche des Schienbeins und von der Fibula entspringt, dann eine starke Sehne bildet und schliesslich auch an die Fusssohle herantritt, woselbst er sich in mehrere Zipfel spaltet. Durch die Contraction des Muskels wird der Fuss gebeugt und der innere Fussrand nach oben gebogen. An der Hinterseite verläuft weiterhin noch der Beuger der grossen Zehe, welcher ungefähr im oberen Drittel des Wadenbeins entspringt und auch wieder eine Sehne zur Fusssohle schickt, welche hinter dem inneren Knöchel in der Fusssohle und der inneren Seite derselben schliesslich an die erste und zweite Zehe herantritt.

Die Muskeln des Fusses. Dieselben lassen sich trennen in die des Fussrückens und die der Fusssohle. Die Muskeln des Fussrückens sind die Zehenstrecker und die Zwischenknochenmuskeln. Die ersteren entspringen von der seitlichen und oberen Fläche des Calcaneus und gehen mit vier Theilen zur zweiten, dritten und vierten Zehe, während der seitlich gelegene Theil als Strecker der grossen Zehe functionirt und an diese übertritt. Die Zwischenknochenmuskeln bestehen nur aus vier kleinen Muskeln, welche von den Mittelfussknochen ausgehen und schliesslich mit Bändern zu den ersten Zehengliedern herantreten und zwar an die zweite, dritte und vierte Zehe. Durch ihre Contraction werden die Zehen gegen den seitlichen Fussrand hingezogen. In der Fusssohle verlaufen die kurzen Zehenbeuger, welche vom unteren Rande des Calcaneus entspringen, dann mit vier Theilen an die zweite bis fünfte Zehe herantreten und das zweite Glied derselben beugen. Der viereckige Sohlenmuskel entspringt neben den eben besprochenen, geht nach vorn und verbindet sich mit der Sehne des vorigen Muskels und streckt besonders die zu der kleinen Zehe hingehenden Bündel. Von der Sehne des grossen Zehenbeugers gehen vier kleine Spulmuskeln an die ersten Glieder der zweiten bis fünften Zehe heran und bewirken durch ihre Contraction eine Beugung derselben und ziehen gleichzeitig die Zehen nach innen. Weiterhin bekommt die grosse Zehe noch einen Abschieber, welcher von dem unteren

Theile des Calcaneus zum ersten Zehenglied hinzieht, dann an einen kurzen Beuger und einen Anschieber, welche von den Mittelfussknochen an die Zehen herantreten und die grosse Zehe beugen. Auch die kleine Zehe wird durch einen besonderen Anschieber, welcher von dem Seitenrande des Calcaneus zu dem ersten Zehengliede herangeht, gebeugt. Durch einen kurzen Beuger, welcher gleich neben diesem Muskel liegt, und durch einen Gegensteller werden die weiteren Bewegungen der kleinen Zehe veranlasst. Endlich befinden sich noch die Zwischenknochenmuskeln an der Fusssohle, welche an der Innenseite der Mittelfussknochen entspringen und zu den betreffenden Zehen herantreten, an deren ersten Gliedern sie sich befestigen. Sie beugen diese ersten Glieder und strecken gleichzeitig die zweiten und dritten der betreffenden Zehen.

Wir sehen also aus allem diesem, dass der gesammte Bewegungsapparat nicht so einfach gebaut ist, wie es bei der oberflächlichen Betrachtung des Körpers scheinen könnte. Wir sehen auch, dass meist mehrere Muskeln zusammenwirken müssen, um einen gleichartigen Effect hervorzubringen. Wenn wir uns nun weiterhin fragen, worauf denn eigentlich die Wirkung der Muskeln beruht, so wird uns jetzt, nachdem wir das Skelett und die mit demselben in Verbindung stehenden Muskelpartien betrachtet haben, das Verständniss für viele Fragen leicht werden, welche ohne die vorangegangenen Betrachtungen nicht so ohne weiteres sich hätten lösen lassen. Wir haben gefunden, dass die Musculatur stets an zwei ganz verschiedenen Skelettstücken angeheftet ist und dass es darauf ankommt, je zwei solcher Stücke gegeneinander zu bewegen. Wir haben es überall hier mit einem Hebelapparat zu thun, der nach verschiedenen Principien zu wirken hat: theils kommt es darauf an, die freien Enden der Hebel in kürzester Zeit möglichst weit zu bewegen, wie dies z. B. bei den Extremitäten der Fall ist, theils kommt es aber darauf an, durch den Hebelapparat einen kräftigen Druck auszuüben, wie wir es bei den Kauwerkzeugen finden. Nehmen wir nun den Oberarmknochen z. B. als den einen Arm eines Hebels und die Unterarmknochen als den andern Arm, so hat eine Muskelthätigkeit derartig zu wirken, dass der Unterarm gegen den Oberarm um einen festliegenden Drehpunkt, Ellenbogen, nach einer bestimmten Richtung hin bewegt werden kann. Es wird daher vom Oberarm aus ein Muskel an den Unterarm herantreten; dieser Muskel wird verschieden wirken können, je nachdem seine Ansatzstelle mehr oder weniger weit von dem Drehpunkte entfernt ist. Die grösste Bewegung wird hervorgerufen, wenn sich der Muskel weit oben in der

Nähe der Schulter mit seinem einen Ende anheftet und dicht bei dem Ellenbogen an den Unterarm herantritt, denn wenn sich jetzt der betreffende Muskel nur um ein Geringes zusammenzieht, wird natürlich der vordere Theil des Arms und die Hand in einem weiten Bogen nach hinten gezogen. Ebenso wirken auch die Muskeln, welche vom Oberschenkel an den Knietheil des Unterschenkels herangehen, sie beugen sehr energisch die untere Extremität; dabei ist nur stets der eine Uebelstand, dass ihre Wirkung an den freien Enden der Extremitäten nicht gross ist, denn eine Last, welche man an den gekrümmten Unterarm hängt und welche gerade hinreichend ist, den Arm zu strecken, wird um so kleiner sein müssen, je näher man sie der Hand bringt, weil die Last natürlich in diesem Falle ebenfalls wieder an einem grossen Hebel wirksam sein kann. Die Muskeln, welche solche ausgiebige Bewegungen veranlassen sollen, müssen gleichzeitig an das zu bewegende Skelettstück unter einem möglichst spitzen Winkel herantreten, denn wenn sie sich mit einem stumpfen Winkel an einen solchen Theil anheften, so müssen sie, um denselben Bewegungseffect hervorzurufen, bedeutend stärkere Contraction erfahren als im ersten Falle. Beim Kaumuskel andererseits kommt es nicht darauf an, dass derselbe die ja auch einen Hebel bildenden Kiefer sehr schnell gegeneinander bewegt und dass diese Kiefer einen sehr grossen Weg beschreiben, sondern es handelt sich darum, dass zwischen denselben ein bedeutender Druck ausgeübt wird. Deshalb setzen sich die Kaumuskeln mit breiten Flächen zwischen den beiden Kiefern an, sie inseriren sich am Ober- wie am Unterkiefer noch weit vorn und ihre einzelnen Fasern sind in stumpfen Winkeln gegen die Kiefer geneigt.

Wenn wir nun einen Muskel an und für sich betrachten, so gewahren wir, dass derselbe in der Mitte meist bauchig aufgetrieben und sehr fleischig ist, während sich seine Enden allmählich verdünnen und schliesslich ganz von Bindegeweben durchsetzt werden, endlich tritt die Fleischsubstanz zurück und es bleiben nur die bindegewebigen Enden, die sogenannten Sehnen übrig, vermittelst welcher der Muskel an die Knochen angeheftet ist.

Untersuchen wir den fleischigen Theil des Muskels näher auf seinen Bau hin, so können wir ihn leicht in einzelne Bündel zerlegen, welche durch Bindegewebe miteinander verbunden sind und in der Längsrichtung des Muskels verlaufen. Die Bündel können wir schliesslich wieder in die einzelnen Fasern auflösen und haben wir solche Muskelfasern in dem histologischen Theile besprochen. Es sind dies die sogenannten quergestreiften Fasern, welche bei allen

jenen Muskeln vorkommen, welche unter dem Willen des Menschen stehen, also willkürlich bewegt werden können. Bei der Betrachtung des Nervensystems werden wir noch zu erwähnen haben, wie Nervenendigungen an die einzelnen Muskelfasern herantreten und dieselben beeinflussen. An dieser Stelle mag es genügen mitzutheilen, dass jene Muskelwirkung, besonders jene der sogenannten willkürlichen, ohne die Thätigkeit zugehöriger Nerven nicht stattfinden kann.

Bei der Contraction der Muskeln findet, wie wir wissen, eine Anschwellung derselben statt, der Muskel verkürzt sich in seiner Gesammtlänge und erweitert sich dabei in seiner Dicke. Diese Verkürzung und Verlängerung findet ebenfalls, wie wir schon erwähnten, durch Contraction der einzelnen Muskelfasern statt. Die Molecüle einer solchen Faser lagern sich derartig um, dass ihre Länge geringer wird, während gleichzeitig ihre Dicke wächst. Da nun die Muskelscheiden und Muskelfaserhöhlen aus dem sehr elastischen Bindegewebe bestehen, so wird natürlich bei der Contraction einzelner Muskeltheile das Bindegewebe, welches zwischen denselben liegt und dieselben miteinander verbindet, ebenfalls den Bewegungen der betreffenden Abschnitte folgen. Da das Bindegewebe weiterhin in Sehnen ausläuft und mit diesen an den Knochen angeheftet ist, so wird es sich wie ein elastisches Band mit den Muskeln abwechselnd verkürzen und verlängern, und darauf beruht eine weitere Eigenthümlichkeit des Muskels. Wenn urplötzlich ein Muskel angezogen wird, so kann es sehr leicht der Fall sein, dass das Bindegewebe nicht im Stande ist, so schnell nachzugeben und sich der Schwellung anzupassen. Die Folge davon wird ein Zerreissen der Sehne sein, und bedingt wird hierdurch eine Lähmung des betreffenden Bewegungstheils. Zerreissungen der eigentlichen Musculatur oder Durchschneidungen derselben sind weniger gefährlich, weil die Muskelfasern schnell aneinander anwachsen oder durch Bildung einer bindegewebigen Narbe doppelte Ansatzstellen erzeugen.

Das Zahnskelett.

Ausser den festen zusammenhängenden Theilen des Körpers finden sich noch einzelne von dem übrigen Skelett isolirte harte Gebilde, zu welchen wir die Zähne, die Gehörknöchelchen und das Zungenbein zu zählen haben. Die Zähne interessiren uns zunächst, da wir sie eigentlich schon bei Gelegenheit des Verdauungsapparates zu besprechen hatten. Sie sind Hülfsorgane für den Ernährungsapparat und dem entsprechend sind sie auch bei den verschiedenen Thier-

gruppen so sehr verschieden gebaut. Beim Menschen haben wir ein Zahnskelett, welches sich von dem der übrigen Säugethiere zum Theil unterscheidet, zum Theil aber auch mit ihm übereinstimmt. Bevor wir die Zähne im Zusammenhange betrachten, wollen wir uns etwas über den Bau des Zahns und über die Entwickelung desselben informiren. Die Zähne sitzen bekanntlich dem Kieferknochen auf, sie umgrenzen die Mundhöhle vorn und an den Seiten, zum Theil ragen sie frei nach aussen hervor, zum Theil sind sie in den Kieferapparat eingelassen. Dort, wo sie hervorragen, bemerken wir an ihnen äusserlich eine eigenthümliche feste, porzellanartig erscheinende Masse, den Schmelz. Es dient derselbe dazu, dem Zahn eine grosse Festigkeit zu verleihen, ihn zum Zerbeissen der Nahrung geschickt zu machen und ihn vor allzu schneller Abnutzung zu bewahren. Dieser Schmelz, der natürlich ebenso wie der Knochen ein Ausscheidungsproduct von besonderen Zellen ist, welche den noch nicht hervorgetretenen Zahn in einer Schicht überziehen, ist äusserst widerstandsfähig gegen den Einfluss aufgenommener Nahrungsstoffe. Die schwachen Säuren, wie z. B. Essig, Citronensäure u. a., welche wir geniessen, vermögen bei der kurzen Einwirkung den Zahnschmelz nicht zu zerstören, die übrigen Stoffe verhalten sich vollständig indifferent gegen ihn; nur bei schnell wechselnden Temperaturen, also beim Genuss kalter und heisser Speisen kann der Schmelz zum Springen und dann zum Abbröckeln gebracht werden.

Den Theil der Zähne, welcher aus dem Zahnfleisch und dem Kiefer heraussieht und mit Schmelz überzogen ist, bezeichnet man als Krone. Dieser Kronentheil ist im Innern ziemlich massiv, denn unter dem verhältnissmässig dünnen Schmelz liegt eine starke Knochenschicht, das Zahnbein, welches sich auch weiter nach unten hin in den Kiefer fortsetzt und hier die sogenannte Zahnwurzel bildet. Diese Zahnwurzel hat besonders die Function, den Zahn zu befestigen, sie ist infolge dessen lang und spitz, besteht entweder aus einem oder aus mehreren Theilen, welche sich in den oberen Kieferrand einsenken und hier allseitig von Knochen umgeben werden. Am unteren Theile der Zahnwurzel dringt der den Zahn ernährende Apparat ein, die Zahnwurzel zeigt daselbst eine kleine Oeffnung, durch diese Oeffnung geht ein Nerv, der Zahnnerv, und eine Blutgefässschlinge hindurch, welche, solange sie functioniren, den Zahn vollständig normal erhalten. Innerhalb der Wurzel und bis hinein in die Krone verläuft ein Hohlraum, welcher von einer gefäss- und nervenreichen Masse, der sogenannten Zahnpulpa, erfüllt wird.

Die äusserste Schicht des unteren Vorderabschnitts wird als Cementschicht bezeichnet, das unter diesem Zahncement und dem Schmelze liegende Gewebe führt ausserdem die Benennung Zahnbein, Elfenbein oder Dentin. Es ist dasselbe härter und fester als Knochen und zeigt sich in ziemlich regelmässigen Schichten ausgebildet. Den Theil des Zahns, welcher aus dem Kieferknochen herauskommt und im Zahnfleisch eingebettet liegt, an welchen sich also nach oben die Krone, nach unten die Wurzel ansetzt, bezeichnet man

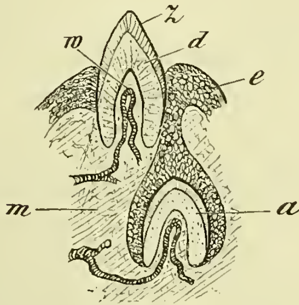


Fig. 29.

Schema der Anlage eines Milchzahns und des zugehörigen bleibenden. *z* Schmelzschicht, *d* Zahnbein, *w* Papille mit Blutgefässschlinge des Milchzahns, *a* Anlage des bleibenden Zahns, *e* äussere Haut, *m* Unterhautgewebe und Kieferanlage.

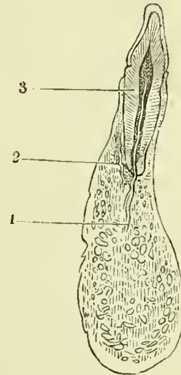


Fig. 30.

Schnitt dnrch einen Schneidezahn nnd den Unterkiefer. 1 Zahnnerv, welcher durch die Substanz des Unterkiefers in die schwarz gehaltene Zahnpulpa eindringt, 3 Zahnbeinsnbstanz; die Zahnwurzel sitzt im Kiefer, die Zahnkrone, welche von Schmelz überzogen wird, ragt nach anssen hervor. (Kranse, Anat.)

auch als Zahnhals, eine Bezeichnung, die nicht in allen Fällen gut durchführbar ist.

Von der Häufigkeit und der Ausbreitung der Nerven innerhalb der Pulpa des Zahns hängt natürlich auch die Empfindlichkeit dieses Gebildes ab. Wenn durch irgend welche mechanische Einflüsse oder durch Parasiten der obere Theil des Zahns zerstört wird und die Zahnpulpa frei zu Tage tritt, so werden die höchst sensiblen Zahnnerven erregt und die Folge dieser Erregung bezeichnen wir als Zahnschmerz.

Entwickelungsgeschichtlich betrachtet, entstehen die Zähne in kleinen Zellsäckchen, welche innerhalb des Kiefers unter dem Zahnfleisch liegen. Erst zu einer gewissen Zeit fangen die gesammten Zahnsäckchen an, die Knochen und die Schmelzsubstanz energisch auszuscheiden, dann tritt Wachsthum des Zahns ein, derselbe durch-

bricht nun den fleischigen Theil des Kieferrandes und die Zahnkrone gelangt frei nach aussen.

Es tritt das höchst eigenthümliche Verhalten ein, dass an manchen Stellen zwei Zähne hintereinander gebildet werden, während andere Zähne sich niemals wieder neu bilden können, wenn sie einmal verloren gegangen sind. Im ersteren Falle liegen natürlich zwei Zahnkeime hintereinander und nacheinander entwickeln sich aus diesen zwei Zahnkeimen die betreffenden Zähne (s. Fig. 29).

Da die ersten Zähne hervorbrechen, solange das Kind noch gesäugt wird, also eine Milchnahrung erhält und feste Stoffe noch nicht verarbeiten kann, so bezeichnet man die sich zuerst bildenden Zähne als Milchgebiss; es gehören zu diesem Milchgebiss vor allen Dingen die vorderen acht Zähne, die sogenannten Schneidezähne, welche wir gleich noch näher besprechen werden. Dieselben entwickeln sich zuerst, sie wachsen dann langsam heran, im fünften bis sechsten Jahre werden sie abgeworfen und nun erscheint an ihrer Stelle die unter ihnen liegende zweite Zahnreihe, welche constant bleibt und, falls sie verloren geht, nicht wiederersetzt werden kann. Zum Milchgebiss zählen wir auch die ersten Backenzähne, doch ist ihr Wechsel bei verschiedenen Menschen ganz verschieden.

Die Entwickelung der Zähne fällt in das 1.—18. Lebensjahr. Zuerst bilden sich die vorderen Schneidezähne, dann die Eckzähne und die ersten Backenzähne, schliesslich, im 18.—20. Jahre, die letzten Backenzähne, die sogenannten Weisheitszähne. Dieselben bleiben jedoch auch bei einer grossen Anzahl von Menschen fort oder es entstehen an ihrer Stelle mehrere kleine, welche aber nicht lange bestehen bleiben, sondern meist frühzeitig wieder verloren gehen.

Betrachten wir nun das Gebiss des Menschen, so haben wir da zu unterscheiden zwischen den vorderen Schneidezähnen, den seitlichen Eckzähnen und den hinteren Backenzähnen. Im Ganzen sollen wir 32 Zähne besitzen, auf jeder Seite oben und unten fünf Backenzähne, vor denselben in jedem Kiefer zwei Eckzähne und zwischen diesen vier obere und vier untere Schneidezähne. Der Bau dieser einzelnen Zähne ist nun sehr verschieden; wir thun am besten, wenn wir bei der Betrachtung derselben von dem einfachen Schneidezahn ausgehen und zunächst die im Milchgebiss vorkommenden genauer betrachten.

Zum eigentlichen Milchgebiss zählen wir beim Menschen 20 Zähne, vier obere und vier untere Schneidezähne, die vier Eckzähne und jederseits oben und unten zwei Backenzähne.

Die Schneidezähne des Milchgebisses besitzen nur eine einzige Wurzel, mit der sie in den oberen Theil des Kiefers eingelassen sind, im Uebrigen haben sie alle die Schichten, welche wir oben für den Zahn in Anspruch nahmen, unten die Zahnbeinschicht mit dem Cementbelag, oben die Krone mit der Schmelzschicht. Diese Krone ist nun beim Milchgebiss sowohl wie beim späteren Schneidezahn meisselförmig gestaltet, mit der breiten Seite nach vorn, mit einer scharfen Kante nach unten, resp. oben vorspringend und sich dann langsam vom freien Rande nach der Wurzel zu verdickend. Zunächst entwickeln sich bei dem Kinde die beiden mittleren Schneidezähne und zwar innerhalb des sechsten bis achten Monats nach der Geburt, dann die seitlich neben denselben stehenden Schneidezähne im siebenten bis neunten Monat. Innerhalb des 12.—15. Monats kommen die ersten Backenzähne zum Vorschein, zwischen dem 16. und 20. Monate die Eckzähne und dann zwischen dem 20. und 25. Monate, also gegen Ende des zweiten Jahres, die zweiten Backenzähne. Es muss übrigens bemerkt werden, dass die Zähne, welche wir eben als Milchzähne bezeichnet haben, nicht in allen Fällen wechseln, constant tritt dies nur bei den Schneidezähnen ein, die Eck- und ersten Backenzähne können stehen bleiben und brauchen nicht durch neue ersetzt zu werden.

Der Eckzahn ist ganz ähnlich gestaltet wie der Schneidezahn, er besitzt auch eine einfache Wurzel und ragt mit einer Krone aus dem Zahnfleische heraus, diese Krone ist aber nicht, wie beim Schneidezahn, meisselförmig, sondern sie ist ähnlich wie ein starker Gravirstichel gebaut, vorn rund, nach unten mit einer Spitze endigend, hinten mit einer kleinen Erhöhung längs der Mittellinie des Zahns.

Die ersten Backenzähne besitzen nun ganz verschieden geformte Wurzeln und lässt sich nach denselben im Allgemeinen ziemlich genau der Backenzahn bestimmen. Der erste oder der kleine Backenzahn ist oben zweispitzig, die Krone erscheint von vorn nach hinten etwas zusammengedrückt und dadurch der Zahn längs des Kiefers verbreitert. Die Wurzel ist einfach abgeflacht, meist mit einer Furche auf der Fläche, welche Furche andeutet, dass ursprünglich zwei Wurzeln angelegt werden sollten, wie sich in der That auch Gabelungen dieses unteren Vordertheils finden, welche oft so weit gehen, dass wir eine Doppelwurzel vor uns haben. Die oberen kleinen Backenzähne sind grösser als die unteren, die Kuppel auf der Krone ist tiefer eingeschnitten, als dies bei den letzteren der Fall ist. Ganz ähnlich wie der erste Backenzahn ist auch der

zweite entwickelt, nur dass bei ihm die Wurzel meist deutlich zwei Theile zeigt.

Das bleibende Gebiss tritt nun hinter dem Milchgebiss auf. Die an Stelle des Milchgebisses tretenden Zähne zeigen sich ganz ähnlich gebaut wie ihre Vorgänger, ausserdem erscheinen aber noch im hinteren Backentheile jederseits oben und unten drei weitere Zähne, welche nicht gewechselt werden können und welche wir als Mahlzähne bezeichnen. Die vorderen Schneidezähne des definitiven Gebisses werden spätestens innerhalb des achten bis neunten Jahres entwickelt, der erste Backenzahn im zehnten Jahre, die Eckzähne im 11.—13. und der zweite Backenzahn im 11.—15. Jahre. Von den Mahlzähnen entsteht der vorderste ungefähr im siebenten Jahre, der auf ihn folgende im 13.—16. und der letzte im 18. bis 30. Jahre. Die Mahlzähne zeichnen sich vor den andern dadurch aus, dass ihre Wurzeln nicht einfach oder doppelt sind, sondern aus drei bis vier getrennten Theilen bestehen; dem entsprechend ist auch die Zahnpulpa nicht einfach, sondern besteht aus mehreren Höhlen, welche sich in der Zahnkrone vereinigen. Wie wir schon erwähnten, zeigen die letzten Backenzähne in ihrem Bau und ihrem Erscheinen grosse Verschiedenheiten.

Wenn wir nun die Zähne nach ihrer physiologischen Wichtigkeit hin betrachten, so erkennen wir ohne weiteres, dass sie Schneide- und Zerkleinerungsapparat der Nahrung darstellen. Zum Zerbeissen der Nahrung dienen die vordersten acht Zähne, die sogenannten Schneidezähne, sie sind infolge dessen auch meisselförmig, mit der scharfen Kante nach aussen, eingerichtet. Beim Kauen und Beissen gehen die Kanten nicht aufeinander, sondern sie gehen hintereinander her und wirken auf diese Weise ähnlich wie Scheren; die untere Schneide läuft unter der oberen, die obere fixirt die in den Mund gebrachte Nahrung, die untere wird in die Höhe gezogen und zerschneidet dieselbe. Die Eckzähne dienten ursprünglich zum Zerreissen der Nahrung, sie waren infolge dessen spitz keilförmig gestaltet, heutzutage trifft man nur bei verhältnissmässig wenigen Individuen lange, mächtig entwickelte Eckzähne an, sind solche vorhanden, so bezeichnen wir sie als Wolfszähne. Die Backenzähne dienen natürlich zum Zerkleinern der aufgenommenen Nahrung, sie stellen infolge dessen nicht Meissel dar, sondern sie sind mehr flächenartig entwickelt, mit Höckern ausgestattet und wirken dadurch, dass die Nahrung zwischen die breiten Flächen gebracht und dann durch Zusammenpressen dieser Flächen zerrieben und zermahlen wird.

F. Das Nervensystem.

Alle die einzelnen Organe, welche wir bis jetzt getrennt voneinander besprochen haben, müssen aber selbstverständlich im Organismus nebeneinander wirken und zum Theil in engste Wechselbeziehung treten, wenn die Hauptfunction des gesammten Organismus normal erfüllt werden soll. Es lässt sich keiner der besprochenen Apparate von dem andern trennen, ohne schwere Schädigungen und selbst Untergang des gesammten Organismus im Gefolge zu haben. Es müssen aber auch alle die Functionen, welche ein einzelnes Organsystem ausübt, derartig geregelt werden, dass die Functionen der übrigen Organe durch dieselben nicht gestört oder gehemmt werden, sondern ungehindert weiter verlaufen können. Wir bedürfen daher im Körper ein Centralorgan, welches gleichsam über all die andern wacht, dieselben controlirt, ihre Bedürfnisse und ihre Arbeit regelt und welches dafür sorgt, dass durch die Thätigkeit des einen oder andern Apparates die andern Organe nicht geschädigt werden. Dieses Centralorgan findet sich nun auch in einem jeden höheren Thierkörper, wir bezeichnen es als Nervensystem. Das Nervensystem ist aber ganz entsprechend seinen Functionen ein äusserst complicirt angelegter Apparat im Innern des Körpers. Es besteht aus einer grossen Anzahl von einzelnen Theilen, welche auch erst wieder durcheinander und nebeneinander zu ihrer vollen Wirksamkeit gelangen. Wir unterscheiden an ihm, ganz oberflächlich betrachtet, Centraltheile und Neben- oder Hülfsapparate. Als Centraltheile unterscheiden wir: Gehirn, Rückenmark und Nervenknoten, die Nebentheile führen die Bezeichnung Nerven, Nervenfasern u. s. w. Wir werden daher auch in unsern folgenden Betrachtungen diese allgemeine Eintheilung beibehalten, wir werden zunächst das Gehirn und die zu demselben gehörigen Theile, dann das Rückenmark und endlich die Nerven in ihrem verschiedenen Verlaufe und ihrer verschiedenen Ausbildung betrachten und zum Schluss, nachdem uns der Bau des Nervensystems klar geworden ist, weitere Mittheilungen über die Functionen der einzelnen Theile desselben machen.

Das Gehirn.

Unter Gehirn verstehen wir beim Menschen den massigsten Theil des gesammten Nervensystems, welcher innerhalb der Schädelkapsel eingeschlossen liegt. Es wird sich uns das Gehirn als eine Hauptcentralstation für die Functionen der Nerven darstellen und wir werden in ihm weiterhin noch den Sitz der eigentlichen Geistesfunctionen:

des Willens, der Vorstellung, Begriffe, des Schlussvermögens u. s. w., kennen lernen. Es kann uns hier nicht daran gelegen sein, einen möglichst tiefen Einblick in den feineren Bau des Gehirns erlangen zu wollen, sondern wir müssen uns bei der Betrachtung des Gehirns ebenso, wie bei der der übrigen Organe, auf die Mittheilungen des Wichtigsten beschränken und können ebenso über die Function der einzelnen Gehirntheile und des gesammten Gehirns nur die hauptsächlichsten Facta mittheilen.

Es ist bemerkenswerth, dass sich das Gehirn ebenso wie alle andern Nerventheile schon sehr früh bei dem Embryo anlegt, und zwar geht es aus den äusseren Schichten desselben hervor, aus jenen Schichten, denen auch die äussere Haut und die Sinnesorgane entstammen. Ursprünglich ist das Gehirn mit sammt dem Rückenmark weiter nichts als eine einfache kleine Rinne, die im Rückentheil des sich entwickelnden Keims gelegen ist, welche sich dann von vorn nach hinten zu allmählich immer weiter und weiter schliesst und endlich eine Röhre darstellt, deren Wandungen ziemlich gleichmässig ausgebildet erscheinen und deren innerer Hohlraum ebenso von vorn bis hinten hin nur wenig Unterschiede zeigt. Aber schon sehr frühzeitig gehen an dieser Röhre eine Reihe von höchst wichtigen Veränderungen vor sich, welche nach und nach zur Bildung der einzelnen Gehirn- und Rückenmarkstheile überführen. So legt sich das Gehirn zunächst in Gestalt von fünf kleinen aufeinander folgenden Bläschen, welche durch einfache Erweiterungen oder Auftreibungen der eben besprochenen Röhre an deren vorderem Ende entstanden sind, an. Diese fünf sogenannten primitiven Gehirnbläschen erfahren dann in ihren einzelnen Theilen weitere Umformungen, die schliesslich zur Entwickelung des vollkommenen Gehirns führen. Aus dem ersten Bläschen entstehen die Grosshirnhälften, welche bei uns die Hauptmasse des ganzen Organs darstellen.

Wenn wir ein Gehirn aus der Schädelkapsel befreien, so bemerken wir, dass dasselbe unten eine breite Basis hat und nach oben zu zwei mächtige lappige Organe zeigt, welche die oben genannten Grosshirnhälften darstellen. Weiterhin bemerken wir aber auch, dass das Gehirn nicht etwa einen einfachen Körper darstellt, sondern dass es aus einer grossen Anzahl von einzelnen Theilen zusammengesetzt erscheint, welche zum Theil eine grössere Selbstständigkeit zeigen, zum Theil aber auch sehr innig mit den nebenliegenden Gehirntheilen verbunden sind. Einem jeden dieser verschiedenen, gleich näher zu besprechenden Gehirnabschnitte kommt eine besondere Function zu, dem entsprechend auch ein ganz be-

stimmter innerer Bau. Auch die gleichmässig ausgebildeten Theile des Gehirns zeigen, wenn man sie auf dem Durchschnitt oder unter dem Mikroskope betrachtet, nicht eine solch gleichmässige Structur, wie man wohl erwarten dürfte, sondern sie sind im Innern mehr oder minder complicirt zusammengesetzt, zum Theil so complicirt, dass wir auch heute trotz der zahlreichen sorgfältigen Untersuchungen noch kein durchaus klares Bild vom feineren Bau des Gehirns haben.

Der mächtigste Theil dieses Centralsystems besteht, wie wir schon erwähnten, aus den Grosshirnhälften (*Hemisphären*), welche wir denn auch zunächst betrachten wollen. Natürlich kann sich unsere Betrachtung nur auf die allgemeinsten Verhältnisse beschränken, es kann uns nicht darauf ankommen, den feineren Ausbau dieser Theile kennen zu lernen oder die Functionen eines jeden Abschnitts derselben genauer zu besprechen.

Zunächst wird es aber doch gut sein, wenn wir uns ein einigermassen klares Bild von den Hauptfunctionen des Nervenapparates überhaupt zu machen versuchen. Wir haben schon erwähnt, dass der Nervenapparat das vermittelnde Organ zwischen all den übrigen Organen des Körpers ist, dass durch denselben die Functionen der einzelnen Theile controlirt und in der richtigen Weise unterstützt und normal gehalten werden, dass das Zusammenwirken der verschiedensten Apparate des Körpers nur unter Zuhülfenahme des Nervenapparates möglich ist. Wir können uns nun das Centralnervensystem mit seinen Ausläufern, den Nerven, wie ein Telegraphensystem vorstellen: das Gehirn würde die Hauptcentralstation repräsentiren, von dem aus die Leitung aller übrigen Stationen vermittelt wird, das Rückenmark würde mit einer grossen Reihe hintereinander liegender selbstständiger Stationen zu vergleichen sein, die zum Theil befähigt sind, unabhängig von der Hauptstation einzelne Willensäusserungen zu üben, zum Theil aber doch noch direct unter dem Einflusse der letzteren stehen. Von dem Gehirn sowohl wie von den andern Hauptstationen gehen nun Leitungen, die Nerven, nach den verschiedensten Organen des Körpers hin. Diese Organe sind mit den entfernt liegenden Enddistricten eines Telegraphennetzes zu vergleichen, sie stehen in directer Verbindung mit der Hauptstation, aber nur wenige derselben sind direct auch untereinander verbunden. Wenn also eine Nachricht von einem District zu einem entfernt liegenden gelangen soll, so kann dies vielfach nur dadurch geschehen, dass sie auf der ihr zukommenden Leitung nach einer der Hauptstationen dirigirt wird und von dort aus an ihren Bestimmungsort gelangt. Nehmen wir gleich ein bestimmtes Bei-

spiel, um das eben Gesagte zu erläutern, und denken wir uns, unsere Augen, die einer Station im oberen Körpertheile entsprechen würden, hätten auf dem Boden irgend einen Gegenstand bemerkt, der von den Füssen zu überschreiten sei, so wird dies — und es ist in der That so der Fall — durch die Augennerven dem Gehirn mitgetheilt, es geht gleichsam eine Depesche von dem oberen Districte nach dem Centralorgane ab, welche bestimmt, dass in dem entfernt liegenden Districte dies und jenes geschehen soll. Von dem Gehirn aus wird nun auf der Leitung, welche direct nach den unteren Extremitäten geht, und zwar durch die Zwischenstation, welche wir im Rückenmark uns vorstellen können, hindurch an die Musculatur der unteren Extremitäten depeschirt, dass sie die und die Bewegung machen soll. Es geschieht dies sofort, nachdem die betreffenden Nerven oder Leitungen in Thätigkeit gewesen sind, und der Effect davon ist, dass der betreffende auf dem Boden liegende Körper überschritten wird. Wir werden auch später noch sehen, dass es die verschiedenen Sinnesorgane sind, auf welche die Aussenwelt wirkt, an deren Stationen gewissermassen die Depeschen aufgegeben werden. Die Sinnesorgane leiten die empfangenen Eindrücke auf kürzestem Wege nach den Centralstationen hin und von hier aus wird dann durch ein selbstständiges Netz die nothwendige Musculatur in Bewegung gesetzt.

Ganz ähnlich verhält es sich auch so mit den inneren Organen. Wenn z. B. dem Magen längere Zeit keine Nahrung eingeflösst ist, so depeschirt er es auch wieder an die Centralorgane hin, es entsteht bei uns das Gefühl des Hungers, welches nicht eher aufhört, bis wir bestimmte Functionen ausüben, durch welche Nahrung aufgenommen wird und die Magennerven beruhigt werden. Es werden dabei z. B. die Kaumuskeln und die Zungenmuskeln u. s. w. durch einen Leitungsapparat in Bewegung gesetzt, sie nehmen die ihnen zugeführte Nahrung in Beschlag, verarbeiten sie und lassen sie dann schliesslich auf besonderem Wege zum Magen gelangen.

Viele Stationen des Körpers arbeiten aber auch fortwährend ohne unsern Willen. So z. B. das Herz und die Blutgefässe. Die Leitungen, welche zu denselben hingehen, functioniren zum Theil selbstständig, wir können sie nicht willkürlich ausschalten oder ihre Arbeit verstärken und herabsetzen, sondern sie besitzen einen gewissen Grad der Selbstständigkeit. Wir finden daher auch im Körper für die Eingeweide besondere Centralstationen, welche zum Theil selbstständig functioniren, indirect aber doch immer wieder mit den Hauptstationen in Verbindung stehen.

So eine Leitung, welche von den Sinnesorganen nach dem Gehirn hingeht, ist verhältnissmässig einfach, denn von der Stelle aus, wo das betreffende Sinnesorgan angeregt wird, gehen parallel nebeneinander eine mehr oder minder grosse Anzahl gleichartiger Leitungsbahnen (Nervenfasern) zum Gehirn oder Rückenmark, während von hier aus auf den Sinnesreiz hin ein oft ganz complicirter Leitungsapparat in Thätigkeit gesetzt werden muss, um die von den Sinnesorganen verlangte Arbeit zu liefern. Wenn z. B. die am Kopf befindlichen Sinnesorgane, sei es nun das Gehör-, das Gesichts- oder das Geruchsorgan, eine Gefahr, in welcher der Körper schwebt, dem Gehirn mittheilen, so hat dies dafür zu sorgen, dass oft der gesammte Extremitätenmuskelapparat gleichzeitig und zweckentsprechend in Bewegung gesetzt werde, um dieser Gefahr auszuweichen. Dass die Verhältnisse dabei nicht einfach sind, wird gewiss einem Jeden einleuchten, welcher über diese Sachen ruhig und objectiv nachdenkt. Gehen wir also nach diesen Vorausschickungen zur Besprechung der einzelnen Nervenleitungen selbst über.

Anatomischer Bau des Gehirns. Die Form dieses Organs hat sich natürlich der Form der Schädelkapsel, in welcher es eingebettet ist, möglichst anpassen müssen. Seine weitere Grössenentwickelung kann auch nur so lange von statten gehen, als sich die Schädelkapsel noch weiter auszudehnen vermag. Sowie sich die Nähte derselben geschlossen haben, hört auch das Grössenwachsthum des Gehirns auf, ohne dass dabei allerdings eine weitere Ausbildung desselben unmöglich wäre, nur ist diese Ausbildung durch eine Umformung der schon bestehenden Masse bedingt. Die Fältelungen, welche wir auf der Gehirnoberfläche finden, werden tiefer und zahlreicher und es scheint, dass die Ausbildung verschiedener Geistesfunctionen an diese Faltenbildung geknüpft ist, sodass sich also das Gehirn eines erwachsenen Menschen, bei dem die Schädelkapsel schon geschlossen ist, doch noch weiter entwickeln kann dadurch, dass sich die inneren Theile weiter ausbilden.

Ganz zu oberst liegen nun, wie schon erwähnt wurde, die Grosshirnhälften, welche aus dem ersten sogenannten Embryonalgehirnbläschen hervorgegangen sind und deren Entwickelung für das Gehirn sehr charakteristisch ist. Während nämlich diese Gehirntheile bei den niedrigsten Wirbelthieren, bei den Fischen, nur ganz unbedeutende kleine Anschwellungen des vordersten Nervenrohrs sind, nehmen diese Anschwellungen ein immer grösseres Volumen ein, je höher wir in der Wirbelthierreihe hinaufsteigen. Schon bei dem Frosch sind sie bedeutend angeschwollen, bei den warmblütigen

Thieren dehnen sie sich aber so sehr aus, dass vorn für ihre weitere Entwickelung kein Platz mehr ist und sie sich infolge dessen innerhalb der Schädelkapsel nach oben zu weiterbilden müssen. Da aber eine Ausdehnung nach oben nur in der Richtung von vorn nach hinten möglich ist, so schieben sich die emporwachsenden Grosshirnhälften langsam unter der Schädelkapsel über den mittleren Gehirntheil hin und so über jene Theile, welche aus den folgenden Bläschen des Embryos hervorgegangen sind und die wir weiter unten auch noch kennen lernen werden. Daher kommt es denn, dass sich der äussere Bau des Gehirns z. B. bei den Säugethieren immer mehr zu vereinfachen scheint und dass wir schliesslich beim Menschen in demselben bloss ein Gebilde sehen, welches, von oben betrachtet, aus zwei symmetrischen, in der Mitte des Schädels aneinander stossenden Hälften besteht, welche zusammen ungefähr einen eiförmigen Umfang besitzen und welche alle unter ihnen liegenden Gehirntheile bedecken. Auch von der Seite betrachtet gewahrt man am Gehirn hauptsächlich diese Grosshirnhälften, daneben allerdings auch noch den unteren Theil des Kleinhirns und der sogenannten Hirnbasis.

Da sich uns dies Aussenbild schon so charakteristisch darstellt, so wollen wir auch dabei bleiben und uns zunächst die äussere Form und Ausbildung der Grosshirnhälften näher ansehen. Das gesammte Gehirn hat ungefähr eine Länge von 16—18 Cm., eine Breite von durchschnittlich 13—14 und eine Höhe von 10—12 Cm. Selbstverständlich werden sich diese Masse ändern, wenn die Schädelkapsel eine verschiedene Form hat, sodass bei dem langköpfigen Individuum das Grosshirn länger ist und dem entsprechend schmal und niedriger, während es bei dem kurzköpfigen kürzer, breiter und höher erscheint. Das Gewicht der beiden Grosshirnlappen ist ebenfalls nicht constant, beim Manne wiegen dieselben 1200—1450 Gr., beim Weibe 1100—1300 Gr.

Sehen wir uns die Grosshirnhälften von oben an, so bemerken wir, dass sie von zahlreichen tiefen Furchen durchzogen werden, welche im Grossen und Ganzen regelmässig bei allen Individuen vorkommen, allerdings nicht immer in derselben Ausbildung. Man nimmt an, dass bei geistig hochstehenden Menschen diese Furchen zahlreicher und tiefer seien als bei geistig zurückgebliebenen Individuen. So viel ist immerhin gewiss, dass sie sich erst spät entwickeln, denn während des Embryonallebens können wir eine Periode unterscheiden, in welcher die Grosshirnhälften äusserlich vollständig eben gebaut erscheinen, dann treten an denselben vorn einige kleinere Furchen auf und erst nach und nach entwickeln sich die zahlreichen Grosshirn-

windungen, wie wir sie gewöhnlich antreffen. Gleichzeitig bemerken wir auch, dass die Grosshirnhälften nicht so weit nach hinten herüberragen, wie dies beim Erwachsenen der Fall ist, sondern dass sie anfänglich das Kleinhirn noch frei lassen und erst in der späteren Embryonalzeit dasselbe vollständig bedecken.

Ganz allgemein kann man nun bei dem Gehirn einige grössere Hauptlappen unterscheiden, welche sich auch schon beim Embryo durch die ersten Furchen kenntlich machen. Zu vorderst liegen die

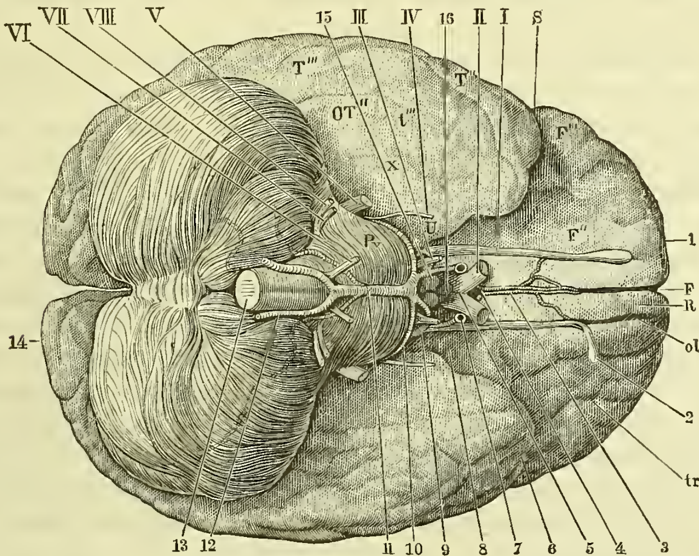


Fig. 31.

Gehirnbasis von unten gesehen. *I* Riechnerv, *II* Sehnerv, *III* Angen bewegender Nerv, *IV* Schlingennerv, *V* dreigespaltener Nerv, *VI*·Angenabziehender Nerv, *VII* Gesichtsnerv, *VIII* Hörnerv, *Pv* Varolsbrücke, 1 Stirnlappen der Grosshirnhälften, 2 Riechkolben, 3 Arterie, welche znm Balken geht, 5 Sehnervkreuzung, 9 eine weitere Arterie, ebenso 10, 11 und 12; 13 das verlängerte Mark durchschnitten, links daneben, sowie nach oben und unten sich ansdehnend das Kleinhirn, 14 Hinterhanptslappen, 15 Anschwellung des Fornix, 16 graner Höcker. (Krause, Anat.)

sogenannten Stirnlappen, oben die Scheitellappen, hinten die Hinterhauptslappen, von denselben geht nach vorn und unten zu jederseits ein grösserer Lappen, die Schläfenlappen. Zwischen Schläfenlappen und Stirnlappen findet sich eine tiefe Bucht, die auch noch den oberen Theil des Schläfenlappens von dem Scheitellappen trennt und schräg von vorn nach oben und hinten verläuft. Im Grunde dieser Bucht liegt der sogenannte Centrallappen oder die weiche Insel. Beim Gehirn des Erwachsenen ragt der Schläfenlappen vom hinteren Drittel des Gehirns bis etwas über das vordere Drittel desselben hinaus, er legt sich weit nach unten und

verdeckt den Basistheil des Gehirns ziemlich vollständig. Auf den Verlauf der einzelnen oberflächlichen Hirnwindungen kann hier natürlich nicht eingegangen werden. Man hat die Furchen eingetheilt in Primärfurchen und Secundärfurchen. Die ersteren entstehen während des Embryolebens, die letzteren bilden sich erst später und hängen auch wohl zum Theil von den über dem Gehirn verlaufenden Gefässnetzen ab, denn wir werden finden, dass das Gehirn verhältnissmässig blutreich ist, dass diese Blutgefässe, bevor sie sich nach innen versenken, auf der Gehirnoberfläche innerhalb einer Bindegewebshaut verlaufen.

Die Häute, welche sich über das Gehirn erstrecken, bezeichnet man als Hirnhäute, sie sind so charakteristisch, dass wir sie bei dieser Gelegenheit gleich besprechen wollen. Der ganze Centralapparat, also sowohl das Gehirn als auch das Rückenmark, wird von Häuten überzogen, welche ihn zum Theil schützen, die einzelnen Theile zusammenhalten, zum Theil aber auch für die Circulation von Wichtigkeit sind, indem in ihnen die Hauptstämme der grossen Blutgefässe verlaufen. Im Ganzen unterscheiden wir drei verschiedene Gehirnhäute. Die erste ist die sogenannte weiche Hirnhaut oder die Gefässhaut. Sie besteht aus einer dünnen, durchscheinenden, leicht zerreissbaren Bindegewebshülle, welche sich den äusseren Theilen des Gehirns und Rückenmarks ziemlich nahe anlegt, welche in die Vertiefungen und Höhlen eindringt und in welche die Stämmchen der oben erwähnten Arterien und Venen eingelagert sind, ihre innere Fläche liegt also unmittelbar auf der Nervensubstanz, mit welcher sie durch die von ihr abtretenden Gefässe und Capillarnetze eng zusammenhängt, es bilden sich in ihr sogenannte Adergeflechte im Innern der Gehirntheile. Dieselben entstehen dadurch, dass sich die Falten dieser weichen Haut zusammenlegen und in die einzelnen Höhlen der Lappen eindringen. Sie durchsetzen dann alle die weiter unten noch zu besprechenden Gehirnhöhlen und führen diesen die Blutgefässe zu. Die zweite Haut ist die sogenannte Spinnwebenhaut, welche äusserst zart und durchsichtig ist. Sie folgt nicht den Windungen des Gehirns nach innen, sondern überspannt viele derselben brückenförmig. Zu äusserst liegt endlich die harte Hirnhaut, welche von weisslich glänzendem Aeusseren ist und ein sehr festes, wenig elastisches Gewebe besitzt. Die Innenfläche derselben ist glatt und feucht, die Aussenfläche etwas rauher. Sie umschliesst das ganze Centralorgan sackförmig und legt sich nicht vollständig den verschiedenen Theilen dieser Nervenapparate an. Sie wird nur von den Gefässen durchbrochen. Die harte Haut liegt

der Schädelkapselwandung und dem Wirbelkanal an und ist an denselben an verschiedenen Stellen durch Bänder befestigt. Das Rückenmark wird an ihr durch zwei bandförmige Streifen befestigt, welche sich von der Mitte jederseits nach innen zu ausspannen und an das Rückenmark herantreten, sodass dasselbe im Innern des von dieser harten Haut gebildeten Sacks aufgehängt erscheint. In der Schädelkapsel liegt die harte Haut der Innenfläche der Knochen eng an, es heben sich von hier aus Falten und Lamellen ab, welche sich zwischen die einzelnen Theile des Hirns einschalten und dieselben voneinander trennen. So verläuft eine Falte in der Mitte der Schädelkapsel von vorn bis ungefähr auf die Scheitelhöhe, es ist dies die Grosshirnsichel, welche die beiden Hemisphären voneinander trennt. Am Ende der Hemisphären tritt von der Schädelkapsel eine zweite Falte ein, welche bogenförmig zwischen Grosshirn und Kleinhirn einspringt, es ist dies das sogenannte Kleinhirnzelt. Endlich ist noch ein dritter kleiner Fortsatz da, welcher sich nach dem Hinterhauptsloch zu erstreckt, die Kleinhirnsichel. Die oberen Ränder dieser Falten sind fest angeheftet, ihre unteren Ränder aber frei. In den Falten verlaufen die Hauptstämme der Gehirnblutgefässe, sie entsenden von hier aus die kleineren Gefässe nach dem Centralorgane hin. Die bedeutendsten Furchen bezeichnen wir als Sylvi'sche Grube oder Gefässspalte, sie entsteht dadurch, dass sich das Gehirn umbiegt, und liegt dort, wo der Scheitel- und Stirnlappen von dem Schläfenlappen berührt wird, sie erstreckt sich schräg aufsteigend von vorn nach hinten.

Die Anzahl der Windungen ist, wie wir schon bemerkten, eine äusserst wechselnde, im Grossen und Ganzen kann man ungefähr auf jeder Seite 9—10 Hauptfurchen unterscheiden, von denen aus kleine Nebenfurchen abgehen und dadurch eine grössere Anzahl von Gehirnwindungen hervortreten lassen.

Gehen wir nun in der Besprechung des Gehirns weiter, so haben wir zunächst noch die Innenflächen der beiden Hemisphären zu erwähnen. Dieselben legen sich, wie wir schon erwähnten, mit einer breiten Fläche nebeneinander, sie sind aber auf dieser Fläche zum Theil miteinander verwachsen und zwar findet diese Verwachsung im unteren Theile statt. Betrachten wir die sich berührenden Flächen, so finden wir, dass dieselben ebenfalls eine Anzahl von Furchen enthalten, von denen einige ziemlich constant auftreten, so die Balkenfurche, welche sich längs des Balkens hinzieht.

Auch auf der Unterfläche des Grosshirns gewahren wir eine Anzahl von Falten und Furchen, welche von vorn nach hinten verlaufen.

Wenn man nun das Gehirn durchschneidet, so bemerkt man, dass sich die eben besprochenen Furchen ziemlich tief in die Gehirnsubstanz hineinerstrecken und dass sich dieselben scharf abheben dadurch, dass in ihrem Umkreise die Gehirnsubstanz eine andere Färbung hat als in den centralen Theilen. Die Oberfläche des Gehirns wird nämlich von der sogenannten Rindensubstanz überkleidet und diese Grosshirnrinde zieht sich mit den Falten und Furchen in immer gleichbleibender Breite über die Aussenfläche des Gehirns hin, sie erstreckt sich also an den Stellen, an welchen Furchen in die Gehirnsubstanz eindringen, bogenförmig weit nach innen. Sie hat fast an allen Stellen eine ziemlich gleichmässige Dicke, ihre Farbe ist graulich. Ihre Dicke beträgt ungefähr 4—5 Mm. Sie setzt sich aus mehreren Schichten zusammen und scheint für die Geistesfunction eine hohe Bedeutung zu haben, denn wenn man dieselbe abträgt oder zerstört, so erlöschen die psychischen Fähigkeiten des Menschen. Dabei findet das interessante Factum statt, dass diese Fähigkeiten nicht über das gesammte Gehirn vertheilt erscheinen, sondern dass dieselben bestimmte Bezirke der Grosshirnrinde als ihren Sitz aufzuweisen haben. Es wird die stärkere Entfaltung der Grosshirnrinde allgemein als Ausdruck höherer psychischer Leistungsfähigkeit betrachtet. Wissenschaftlich ist allerdings die Sache nicht so einfach aufzuklären, indem ganz verschieden begabte Menschen unter Umständen einen, soweit wir es zu beurtheilen vermögen, gleichen Bau der Rindensubstanz aufweisen können.

Wenn wir den feineren Bau der Grosshirnrinde betrachten, so finden wir, dass innerhalb derselben eine grössere Anzahl von kleinen Nervenzellen ausgebildet ist, und es erscheint sehr wahrscheinlich, dass diese kleinen Zellen der eigentliche Sitz der psychischen Functionen sind. Man hat solcher Zellen ungefähr zwei Milliarden gefunden; es sollen in ungefähr 1 Kbcm. Rindensubstanz ca. zwei Millionen solcher Nerven- oder Ganglienzellen ausgebildet sein.

Unter der grauen Rindensubstanz liegt nun eine heller gefärbte weisse Substanz, welche gerade in den Hemisphären eine bedeutende Mächtigkeit erlangt. Diese weisse Substanz bezeichnet man als die leitende, sie soll die Willensäusserungen und die sogenannten Reflexbewegungen vermitteln, in ihr befinden sich daher eine grosse Anzahl von Nervenfasern.

Betrachten wir die Hemisphären im Innern, so finden wir, dass sie von grossen Höhlen durchzogen werden, welche Reste der ursprünglichen kleinen Gehirnbläschen sind. Diese Höhlen werden uns aber vielleicht klarer werden, wenn wir die weiteren Gehirn-

theile besprochen haben, und wollen wir daher zur Schilderung der letzteren übergehen.

Vorn biegt das Gehirn um und an der unteren Fläche, ungefähr ein Drittel vom äussersten vordersten Punkte entfernt, gewahren wir die übrigen Gehirnabschnitte zum Theil vollständig unter den Hemisphären versteckt. Wenn wir ein Gehirn in der Längslinie durchschneiden, so sehen wir, dass die Grosshirnlappen mit einem bogen-

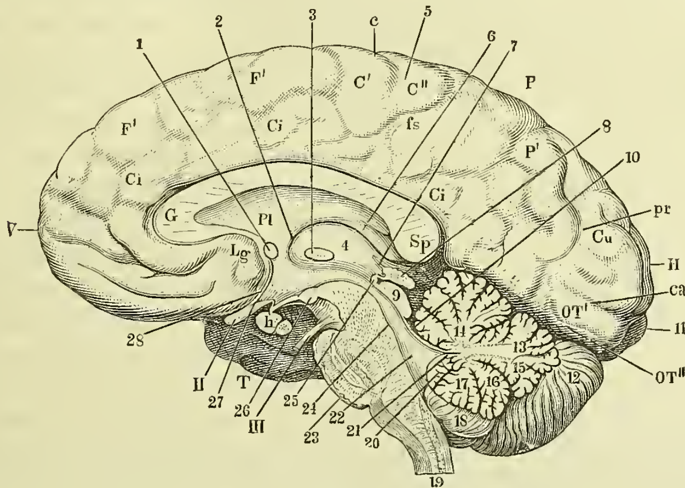


Fig. 32.

Längsschnitt durch das Gehirn. Der Schnitt ist in der Falte zwischen den beiden Grosshirnhälften geführt. *V* vorderer Gehirntheil, *H* hinterer Abschnitt der Grosshirnhälften, *G* vordere Knickung des Balkens, *Sp* hinteres Ende des durchschnittenen Balkens, welcher sich als weisser Streifen zwischen diesen beiden Buchstaben hinzieht, 1 durchschnittene vordere Verbindung der beiden Hirnhälften, 2 Monro'scher Spalt als scharf nach rückwärts gebogene Linie erscheinend, 3 weiche Hirnverbindung, ebenfalls quer durchschnitten, 4 Sehhügel, 6 Schenkel des Fornix, *Pl* die durchscheinende Haut, welche unter dem Balken und über dem Monro'schen Spalt liegt, 8 Zirbeldrüse, 9 Vierhügel durchschnitten, 10 obere Wand des vierten Hirnventrikels, 12 rechte grosse Hälfte des Kleinhirns, 13, 14, 15, 16, 17 durchschnittene Theile des Kleinhirns, den sogenannten Lebensbaum darstellend, 18 unterer Theil des Kleinhirns, 19 verlängertes Mark, 22 vierter Hirnventrikel, 23 untere Fläche der Brücke, 24 die Sylvi'sche Wasserleitung, 26 anschwellender Fornix, *h* unterer Gehirnanhang, über diesem der Trichter, welcher in den durchschnittenen dritten Hirnventrikel hineinführt, *II* rechter Sehnerv, bei Nr. 27 ist die Sehnervenkreuzung durchschnitten, *III* Hörnerv, (Krause, Anat.)

förmig verlaufenden breiten Theile verwachsen sind, wir bezeichnen denselben als Balken. Er ist nach oben leicht gekrümmt, vielleicht 5—6 Cm. lang und an einigen Stellen beinahe 1 Cm. breit. Vorn ist er umgebogen und springt leicht nach hinten vor, am hinteren Ende ist er verdickt. Wenn wir ihn mikroskopisch betrachten, so gewahren wir, dass er aus Faserbündeln besteht, welche zu Platten und Blättern nebeneinander vereinigt sind. Die Fasern verlaufen in die Substanz des Grosshirns hinein und verbinden die beiden Hälften des letzteren.

Die unteren Theile des Grosshirns bezeichnet man als Gehirnbasis, es setzt sich dieselbe an die später zu besprechenden weiteren Gehirntheile fort. Sie besteht aus den Hirnschenkeln, dann aus den sich unter dem Gehirn kreuzenden Sehnerven, aus dem sogenannten grauen Höcker und aus dem unteren Hirnanhange, welcher entwickelungsgeschichtlich nicht zum Gehirn gehört. Die Hirnschenkel bestehen aus zwei weichlichen äusseren Körpern, welche sich von hinten nach vorn zu erstrecken. Der graue Höcker stellt sich als ein weiches dünnes Blatt dar, welches zwischen den beiden Sehnerven gelegen ist. Der Hirnanhang ist ein kleiner, länglich rundlicher Körper von graurother Farbe, welcher noch unterhalb der festen Hirnhaut gelegen ist und sich in der Kreuzungsstelle der beiden Sehnerven findet. Die Sehnervenkreuzung haben wir weiter unten noch zu besprechen und sie kann daher hier übergangen werden. Auf der unteren Fläche des vordersten Theils des Grosshirns und zwar unter dem Stirnlappen liegt jederseits ein pyramidenförmig grauer Gehirntheil, welcher drei weisse Streifen zeigt. Von hier aus geht nach vorn zu der ebenfalls später noch zu besprechende Riechstreifen, welcher zu dem länglich-rundlichen Riechkolben hinzieht (vergl. Fig. 31).

Auf das Grosshirn folgt unten das sogenannte Unterhirn, welches ebenfalls aus verschiedenen Theilen besteht und aus den mittleren und letzten Gehirnbläschen hervorgegangen ist. Es liegt ungefähr in der Mitte des Schädelgrundes und erstreckt sich bis nach hinten zum Hinterhauptsloche. Man kann an ihm drei Theile unterscheiden, die sogenannten Vierhügel, die Brücke und das verlängerte Mark.

Die Vierhügel liegen am Grunde der Gehirnbasis. Sie markiren sich als zwei Paar Hervorhebungen, welche symmetrisch gegen die Mittelebene des gesammten Gehirns gelegen sind. Bei niederen Thieren bestehen dieselben nur aus zwei Theilen, welche dafür aber eine mächtige Entwickelung erlangen können. Im Innern dieser Hügel liegen auch Nervenfasern und graue Substanz mit Nervenzellen.

Gleich hinter den Vierhügeln finden wir die sogenannte Varolsbrücke, welche einen grossen Theil des Unterhirns ausmacht. Sie liegt unter dem Grosshirn, hat eine abgerundete viereckige Gestalt, ihre Länge beträgt ungefähr 3 Cm. und ihre Breite circa $3\frac{1}{2}$ Cm. Ihre Farbe ist weisslich, die Substanz, aus welcher sie besteht, fest.

An diese Varolsbrücke schliesst sich hinten der letzte Theil des Unterhirns an, das sogenannte verlängerte Mark. Es erstreckt sich von dem Hinterhauptsloche mehrere Centimeter weit nach vorn,

äusserlich scheint es aus weisslicher Marksubstanz zu bestehen, vorn und oben liegt es breit der Brücke an, über ihm finden wir den gleich zu besprechenden Kleinhirntheil, hinten und unten hängt es unmittelbar mit dem Rückenmark zusammen. Es hat im Ganzen eine kegelförmige Gestalt. Betrachten wir es von unten, so gewahren wir, dass von ihm an den Seiten eine grössere Anzahl von Nerven abgehen, die sogenannten hinteren Hirnnerven. Oben befindet sich in ihm eine tiefere Spalte, welche allerdings für gewöhnlich vom Kleinhirn verdeckt wird, es ist dies die sogenannte Rautengrube, welche nichts weiter darstellt als die Verlängerung und Erweiterung des Rückenmarkkanals, wie wir ihn ja schon kennen gelernt haben.

Ueber diesem Theile liegt das Kleinhirn oder *Cerebellum*. Es besitzt eine querovale Gestalt, ist ungefähr 9—11 Cm. breit und 5—6 Cm. lang. Es wird von einer hinteren unteren und mittleren Einkerbung in verschiedene Theile zerlegt. Betrachten wir es einfach von aussen, so erscheint es uns als ein gewundenes, auf der Oberfläche in zahlreiche, parallel querverlaufende Fältchen zerlegtes Organ. Nach vorn zu erhebt sich ein stumpfer Fortsatz, der sogenannte vordere Wurmfortsatz, dahinter finden wir noch zwei weitere sogenannte Wurmfortsätze. Rechts und links liegen neben diesem mittleren ein paar seitliche Lappen, welche ebenfalls als Kleinhirnhemisphären bezeichnet werden. Diese Hemisphären werden durch mehrere Querfurchen in verschiedene Lappen zerlegt, vorn finden wir drei solcher, unten vier derselben. Die Furchen, welche der Quere nach über das Kleinhirn hinziehen, senken sich zum Theil tief in das Innere desselben. Macht man einen Schnitt durch das Kleinhirn, so findet man, dass im Umkreise der Furchen ebenfalls wieder eine Schicht grauer Substanz ausgeschieden ist und dass im Innern des Kleinhirns weisse Substanz auftritt. Diese weisse Substanz setzt sich natürlich zwischen die einzelnen Furchen fort; da nun die verschiedenen Gehirnlappen an der Basis miteinander in Zusammenhang stehen und je von zahlreichen Furchen eingeschnitten werden, so gewinnt die weisse Substanz des Kleinhirns auf einem Querschnitt das Aussehen von stark verästelten Zweigen, überhaupt sieht der Querschnitt des Kleinhirns einem tief gezackten Moosblättchen oder Farnkrautblatte ähnlich. Man bezeichnete diese Verästelungen als Lebensbaum und nahm an, dass in ihm der Sitz der Seele zu suchen sei. Das Kleinhirn wird an seiner vorderen und oberen Fläche vollständig von dem hinteren Lappen des Grosshirns

bedeckt. Seine untere und hintere Fläche ist zum grössten Theile frei, zum kleineren Theile liegt sie dem verlängerten Marke auf.

Wenn wir nun die Höhlen betrachten, die sich in das Innere der verschiedenen Gehirntheile hineinerstrecken, so thun wir dabei am besten, wenn wir vom Rückenmark ausgehen und den Centralkanal desselben weiter verfolgen. Wir werden noch sehen, dass dieser Centralkanal durch das gesammte Rückenmark hindurchgeht, dass er als feine Röhre ziemlich in der Mitte desselben verläuft. Dort, wo das verlängerte Mark aus dem Rückenmark hervorgeht, tritt nun eine Spaltung des Rohres ein. Die obere Decke desselben biegt sich voneinander und infolge dessen finden wir, dass sich der Centralkanal zu einer anfänglich spitzen, dann aber immer breiter werdenden Vertiefung umbildet. Es ist diese Vertiefung die schon erwähnte Rautengrube.

In ihrem Umkreis liegt das weiche Rückenmark, welches bis an die Brücke und das Kleinhirn heranreicht, nach unten zu aber ohne scharfe Grenze in das Rückenmark übergeht. Aus dem verlängerten Mark entspringen eine ganze Anzahl von Nerven, die wir später noch kennen lernen werden. Die Rautengrube setzt sich nun nach innen zu in den vierten Ventrikel fort. Diese Hirnhöhle liegt zwischen dem Unterhirn und dem Kleinhirn, die obere Decke derselben wird im hinteren Abschnitte sehr dünn und zum Theil nur von der Hirnhaut gebildet. Unten liegt unter ihr die Varolsbrücke, welche den grössten Theil des Unterhirns darstellt und die beiden Hirnhälften unten quer verbindet. Aus der Varolsbrücke, an ihrem vorderen und an ihrem hinteren Rande, treten das dritte bis zehnte Hirnnervenpaar hervor. Auf ihr, also nach der Hirnhöhle zu, liegt ein kleiner Hirntheil, welcher bei niederen Thieren eine grosse Mächtigkeit erlangt, den man, da er aus vier rundlichen Körpern besteht, als Vierhügel bezeichnet. Ueber die Vierhügel hinweg ziehen sich dann die Gehirnhöhlen weiter nach vorn, sie führen hier die Bezeichnung Sylvi'sche Wasserleitung. Es stellt sich dieselbe als ein kleiner Kanal dar, der auf dem Querschnitt ungefähr T-förmig erscheint. Diese Wasserleitung verbindet den eben besprochenen vierten Ventrikel mit dem dritten Ventrikel. Der dritte Ventrikel bildet den mittleren Theil des grossen Hirns, er stellt sich als ein schmaler Spalt dar, welcher nach hinten zu breit, nach vorn schmäler werdend in der Mittellinie des Gehirns verläuft. In dieser Hirnhöhle liegen eine Anzahl von Gehirntheilen, von denen wir einige schon früher erwähnten. Es werden die Seitenwände dieses Ventrikels von den Innenflächen der Sehhügel gebildet, aus denen dann nach vorn zu

die Sehnerven abgehen; das obere Dach setzt sich aus dem Körper des Fornix und aus einem Theile des Balkens zusammen. Auf dem Boden des Ventrikels finden wir den Trichter und den grauen Höcker, welcher vor der Kreuzung der Sehnerven liegt. Unter dem grauen Höcker findet sich dann der untere Hirnanhang, welcher als eine Einstülpung des oberen Darmrohrs, nicht aber als ein eigener Gehirntheil aufzufassen ist. Neben den Sehhügeln liegen vorn, an der Seite derselben, die sogenannten Streifenhügel, ausserdem finden sich in diesem Gehirntheile die Verbindungsbrücken zwischen den beiden Grosshirnhälften; wir unterscheiden dabei eine hintere, in der Region der Sehhügel verlaufende, sogenannte weiche Verbindung, dann eine vordere und eine sich bogenförmig von vorn nach hinten durch mehr denn ein Drittel der Hemisphärenlänge hinziehende Verbindung, den sogenannten Balken. Unter dem hinteren Rande des Balkens liegt dann ein von oben herkommender Gehirnanhang, die sogenannte Zirbel, welche ebenfalls nicht zum eigentlichen Gehirn gehört, sondern entwickelungsgeschichtlich von den Hirnhäuten abstammt.

Der Fornix oder das Gewölbe stellt sich als stark gekrümmter, länglicher, in zwei Schenkel auslaufender Markstreifen dar, von dem wir schon erwähnten, dass er einen Theil der Wandungen der dritten Hirnhöhle darstellt. Zwischen dem Balken und diesem Gewölbe spannt sich eine helle Haut aus, die sogenannte halbdurchsichtige Scheidewand (*Pl* der Fig. 32). Eine jede Hirnhälfte besitzt eine solche Scheidewand, an deren hinterem und unterem Rande dann die Monro'sche Spalte liegt, welche den dritten Ventrikel mit den beiden Seitenventrikeln des Grosshirns verbindet. Diese vorderen Ventrikel bestehen jederseits aus einer mittleren Abtheilung der sogenannten Seitenkammer, von der aus dann nach vorn zu das vordere Horn, nach hinten das hintere und nach der Seite zu das bogenförmig sich nach unten krümmende, absteigende Horn abgeht. Die Hörner liegen in den Grosshirnlappen und werden selbstverständlich die Wandungen dieser beiden inneren Höhlen von Theilen der Hemisphären gebildet. Im hinteren Horntheile liegt auf dem Boden desselben die sogenannte Vogelklaue, es ist dieselbe natürlich nur ein streifenförmiger Vorsprung, welcher durch mehrere Falten in längs verlaufende Lappen getheilt wird. In den seitlichen Hörnern liegt je das sogenannte Ammonshorn, es stellen dieselben die innere Fortsetzung des Balkens dar, man bezeichnet dieselben auch wohl als grosse Seepferdsfüsse, während man dem entsprechend die Vogelklauen kleine Seepferdsfüsse genannt hat. Im vordersten Raume der Hirnhöhlen liegt dann der so-

genannte Streifenhügel, welcher ebenfalls als ein Vorsprung der seitlichen Gehintheile aufzufassen ist.

Gehirnnerven.

Wenn wir die Gehirnbasis genauer betrachten, so finden wir, dass von ihr aus eine Anzahl Nerven abgehen, welche an die verschiedenen Sinnesorgane und an Theile des Kopfes, des Halses und der Brust herantreten und denen je besondere Functionen zukommen. Im Ganzen können wir beim Menschen 12 Paar Nerven unterscheiden, welche ihren Ursprung im Gehirn nehmen und welche zwischen den einzelnen Schädeltheilen hindurch an die eben genannten Organe herantreten. Die Spinalnerven, welche wir beim Rückenmark kennen lernen werden, stehen natürlich ebenfalls mit dem Gehirn in Verbindung, nur ist diese Verbindung keine directe, sondern eine indirecte, durch die Bahnen des Rückenmarks bewerkstelligte.

Das erste Paar der Gehirnnerven wird repräsentirt durch die sogenannten Geruchsnerven. Wir erwähnten oben schon, dass der Geruchsnerv unter den Stirnlappen des Grosshirns gelegen ist, dass er im Grunde derselben jederseits eine Anschwellung bildet, dann geht er vom Gehirn weiter, direct nach vorn, tritt durch das Siebbein hindurch und verbreitet sich mit feinen Fasern auf der Nasenschleimhaut, er wird zu einem Theile des Geruchsorgans, das wir weiter unten noch kennen lernen werden. Dies erste Nervenpaar versieht also Sinnesfunctionen, es leitet dem Gehirn die Eindrücke zu, welche es auf der Riechschleimhaut der Nase empfangen hat.

Das zweite Nervenpaar, welches vom Gehirn abgeht, tritt ebenfalls in ein Sinnesorgan über und zwar in die Augen, wir bezeichnen es daher als Sehnerv. Die Sehnerven entspringen unten an der Basis des Gehirns, neben den Vierhügeln, sie sind charakterisirt durch den eigenthümlichen Verlauf, welchen ihre Fasern anfänglich nehmen. Die Sehnervfasern, welche auf der linken Seite z. B. entspringen, verlaufen nicht zum linksseitigen Auge, sondern sie gehen vor dem Gehirn her und treten in das rechtsseitige Auge hinein, ebenso geht der Sehnerv, welcher auf der rechten Seite entspringt, unter dem Gehirn hindurch nach dem linksseitigen Auge. Infolge dessen müssen sich die beiden Sehnerven unter dem Gehirn kreuzen und zwar treten die Fasern zusammen und gehen zwischeneinander hindurch, sodass gerade an dem Kreuzungspunkte eine für beide Sehnerven gemeinsame Stelle zu sein scheint. Wir bezeichnen dieselbe als *Chiasma,* d. h. als Kreuzungsstelle der betreffenden Nerven.

Die Sehnerven gehen dann schräg nach vorn und treten am Grunde der knöchernen Augenhöhlenwandung aus dem Schädel heraus und in die Augen über.

Das dritte Nervenpaar, die Augenbeweger, welches vom Gehirn abgeht, entspingt am vorderen Rande der Brücke. Die Nerven verlaufen getrennt voneinander, schliesslich treten sie durch die Schädelkapsel hindurch und gehen an einige Augenmuskeln, deren Bewegungen sie einleiten. Nur der gerade Augenmuskel und der obere schiefe werden von ihnen nicht versorgt, dafür gehen sie aber mit Aestchen in das Auge hinein und bewirken die Verengerung der Pupille, also die Zusammenziehung der Regenbogenhaut.

Als viertes Nervenpaar sind die oberen Augenmuskelnerven zu bemerken. Dieselben entspringen mit ihren Wurzeln auf der entgegengesetzten Seite des betreffenden Gehirntheils, sie gehen aber innerhalb des Gehirns aneinander vorbei und treten als noch nicht ganz 1 Mm. dicke Nervenstämme aus dem Gehirn heraus, gehen dann seitwärts nach vorn und schliesslich in die obere Augenhöhlengegend hinein, woselbst sie nach den schiefen oberen Augenmuskeln verlaufen, deren Contraction sie einleiten.

Als fünftes Hirnnervenpaar tritt jederseits ein starker, kräftiger Nerv auf, der sich alsbald in drei Hauptäste gabelt und daher auch der dreigetheilte Nerv benannt ist. Die Wurzeln dieses dreigetheilten Nervs besitzen verschiedene Fasern. Die hintere Wurzel, welche die stärkere ist, setzt sich aus sensitiven Fasern zusammen, also aus solchen, welche Reizempfindungen von den äusseren Körpertheilen dem Gehirn zuführen sollen. Die vordere, kleinere Wurzel besitzt motorische Fasern, sie tritt mit ihren letzten Verzweigungen an die Musculatur heran und veranlasst die Bewegung derselben. Die drei Nerven treten an dem Rande der Varolsbrücke und zwar seitlich und vorn aus dem Gehirn hervor. Die empfindenden Fasern gehen an die harte Hirnhaut, dann an die äussere Haut und an die Schleimhaut des Kopfes, so an die der Nase, der Mundhöhle und der Sinnesorgane, ferner an die Speicheldrüsen. Auch die Augenmuskeln erhalten von hier aus eine Anzahl von empfindenden Fasern, welche sich mit Bewegungsnerven der betreffenden Muskeln vorher verbinden. Die bewegenden Fasern vertheilen sich an die Kaumusculatur und an einzelne Muskeln, welche sich an den Unterkiefer noch ansetzen. Bevor sich jedoch der dreigetheilte Nerv an seine Endstation heranbegibt, schwillt die hintere Wurzel desselben zu einem halbmondförmigen, $1\frac{1}{2}$ Cm. langen und 3 Mm. dicken Nervenknoten an, dem sogenannten Gasser'schen Ganglion. Wir finden auch vielfach,

dass sich die Fasern dieses dreigetheilten Nervs mit den Fasern weiter unten zu besprechender Gehirnnerven vereinigen und mit diesen an die äusseren Kopf- und Gesichtsmuskeln herantreten, nur der Hinterkopf wird nicht von ihnen versorgt. Man hat nach den verschiedenen Verzweigungen, welche dieser grosse Hirnnerv macht, eine ganze Reihe von Hauptästen unterschieden. Den ersten Hauptast bezeichnet man als den Augennerv, jedoch ist derselbe durchaus nicht mit den Sehnerven zu verwechseln, sondern er tritt bloss in die Augenhöhle hinein und geht dort zum Theil als Thränennerv an die Thränendrüse, zum Theil auch an die Bindegewebshaut des Auges, dann an den oberen Augentheil und an die Stirn. Ein weiterer Ast geht als Nasen-Augennerv theils zur Musculatur des Auges, theils an der Nasenscheidewand herunter zur vorderen Nasenschleimhaut. Ein grosser Ast stellt den sogenannten Oberkiefernerv dar, der zum Theil an die Haut der Backen, der Schläfe, der seitlichen Stirntheile und an das untere Augenlid herangeht, zum Theil den Gaumen und die obere hintere Zahnreihe versorgt. Auch in die untere Partie der Augenhöhle entsendet dieser Nerv eine Reihe von Zweigen. Der dritte Hauptast geht an den Unterkiefer heran, er bildet den oben erwähnten Kaunerv, welcher die Kaumuskeln versorgt, an die tiefe Schläfenmusculatur herangeht und ebenso die Backenmusculatur innervirt. Ein Zweig dieses Unterkiefernervs geht an den Unterkiefer selbst heran, er dringt in den äusseren Gehörgang ein, versorgt die Zunge zum Theil und gibt als eigentlicher Unterkiefernerv eine Anzahl von Nervenfasern an die verschiedenen Zahnwurzeln des Unterkiefers ab. Endlich versorgt er auch die Haut um den unteren Kinntheil und die Muskeln des Kinns. Wir sehen also, dass diesem dreigetheilten Nerv eine grosse Anzahl von Fasern zukommen und dass sein Verlauf nicht leicht überall klar zu verfolgen ist.

Als sechstes Hirnnervenpaar haben wir die äusseren Augenmuskelnerven zu bemerken. Dieselben stellen nur kleinere Nervenwurzeln dar, welche am hinteren mittleren Rande der Brücke entspringen, dort, wo das verlängerte Mark mit dieser zusammenstösst. Diese Augennerven gehen dann schliesslich an die innere Fläche des äusseren geraden Augenmuskels, durchziehen denselben und veranlassen seine Contraction.

Als siebentes Paar haben wir den Antlitznerv, es ist der bewegende Nerv für die Kopf- und Gesichtsmuskeln, er tritt neben dem eben besprochenen Nerv aus dem Hirn heraus und verläuft zunächst mit den gleich zu besprechenden Gehörnerven zusammen, tritt durch die Gesichtsknochen hindurch und an die verschiedenen

Theile des Gesichts heran. Er gibt Aeste an die Ohrgend ab und zwar gehen die Fasern bis an das Trommelfell und noch tiefer hinunter bis schliesslich an die unteren Schädelkapseltheile, wo sie sich mit kleinen Muskeln verbinden. Als Schläfennerv treten eine Anzahl von Nervenfasern seitlich neben dem Ohre heraus an den oberen und vorderen Schläfentheil. Unter ihnen verlaufen eine grössere Anzahl gleichartiger Fasern an die Backentheile und an die untere Augengegend, weitere gehen an das untere Hautgewebe der Kiefer und an das des Halses und vertheilen sich hier ziemlich weitläufig. Auch das Gaumensegel wird von ihnen mit Nerven versorgt und seine Bewegungen durch dieselben eingeleitet. Auf die Functionen dieses Nervs im Speziellen einzugehen, ist, da es uns zu weit führen würde, absolut unmöglich, jedenfalls hat er aber eine hohe Bedeutung als mimischer Nerv, indem er die Bewegungen der Gesichtsmusculatur veranlasst und unterstützt.

Achtens haben wir wieder ein Nervenpaar, welches nur Sinnesfunctionen auszuüben hat, es sind die Hörnerven. Dieselben entspringen am Boden des vierten Ventrikels, also des vierten Gehirnbläschens. Man kann diesen Nerv als den oberen Ast eines Rückenmarksnerven auffassen; kurz nachdem er seitlich von dem Gesichtsnerven aus dem unteren Hirntheile herausgetreten ist, theilt er sich in mehrere Aeste und geht an die verschiedenen Abschnitte des Gehörorgans heran, vorher gibt er aber unter Umständen noch feine Fäserchen an den Gesichtsnerv ab, steht also mit diesem in Verbindung. Mit seinen verschiedenen Fasern geht er nun im Gehörorgane zum Theil an den Vorhof, zum Theil an das Labyrinth und zum Theil an die Schnecke. Dort treten die letzten Verzweigungen der Fasern an die einzelnen Hörzellen heran und leiten die empfangenen Schalleindrücke dem Gehirn zu (s. Gehörorgan).

Als neunten Nerv haben wir den Zungen-Schlundkopfnerv zu betrachten. Derselbe versorgt mit seinen Fasern die Zunge, den weichen Gaumen, die über dem Kehlkopf liegende Rachenpartie, dann treten aber auch Fasern in die Paukenhöhle des Gehörorgans herein. Dieser Nerv hat auch wieder eine ganze Reihe von Functionen zu übernehmen; zum Theil dient er zur Fortleitung von Sinneseindrücken als Geschmacksnerv. Als solcher tritt er besonders an den hinteren Zungentheil heran und in die noch weiter unten zu besprechenden Geschmackspapillen über. Neben diesem sensiblen oder besser gesagt Sinnesnerv kommen noch Fasern vor, welche als bewegende Nervenfasern an die Musculatur herantreten.

Als zehntes Nervenpaar haben wir den sogenannten herum-

schweifenden Nerv (*Vagus*) zu betrachten. Dieser herumschweifende Nerv geht weniger an die oberen Körperpartien, also an den Kopf heran, als vielmehr an den Hals und an die Brust und selbst an die Baucheingeweide. Nach oben gibt er nur einen Nerv an das innere Gehörgan, dann weitere Nerven an den Schlundkopf ab, er versorgt den Kehlkopf und zwar mit mehreren Hauptästen, ebenso den Kehldeckel, nun tritt er aber durch den Hals hindurch und geht mit einer Reihe von Zweigen in den oberen Brusttheil über. Hier verlaufen die Zweige zum Theil an die Speiseröhre, zum Theil an die Luftröhre und an die Luftröhrenäste, dann steigt noch ein Zweig wieder nach oben zum Kehlkopf hinauf und vertheilt sich auf denselben, indem er die Kehlkopfmusculatur zu ihren Bewegungen veranlasst. Längs der Luftröhre gehen dann mehrere Nervenfasern an die Bronchien, dann an die Lunge, das Herz, die Gefässe, an die Speiseröhre, an den Herzbeutel, schliesslich an die grossen Gefässstämme und an den Magen, sowie an die grossen Drüsen des oberen Bauchtheils. Wir sehen also, dass dieser Nerv den weitesten Verbreitungsbezirk der Gehirnnerven hat, er besteht auch wieder aus sensiblen Fasern, welche an den Gaumen, an den Schlundkopf, an die Speiseröhre, an den Magen, an die Leber, Milz, Bauchspeicheldrüse, ja selbst an die Nieren und Nebennieren herantreten. Weiterhin gehen Theile an den Respirationsapparat, an den Kehlkopf, die Luftröhre und an die Lungen und dann an das Herz und an die Gefässe. Die letzteren vermehren durch ihre Thätigkeit die Häufigkeit des Herzschlags. Mit bewegenden Fasern tritt er an die Speiseröhre, an die Luftröhre und an die Luftröhrenäste heran.

Als elftes Nervenpaar haben wir den sogenannten Beinerv, welcher ein motorischer Nerv ist und zwar an einen Theil der Kopf-Halsmusculatur herantritt.

Schliesslich geht das Zungenfleischnervenpaar als zwölftes vom Gehirn aus. Es entspringt mit zahlreichen Nervenfasern aus dem verlängerten Mark. Die einzelnen Fasern treten dann an die Zunge heran und verzweigen sich innerhalb der verschiedenen Zungenmusculatur, welche sie zu ihren Bewegungen veranlassen. Es ist dieser Nerv für die Erzeugung der Sprache von Wichtigkeit, indem durch ihn die Zunge beim Sprechen selbstverständlich zu ihren verschiedenen Bewegungen veranlasst wird.

Im Uebrigen dürfen wir nicht annehmen, dass der Verlauf aller dieser Nerven so einfach ist, wie wir ihn geschildert haben, sondern es ist nöthig, dass wir bei der Betrachtung stets bedenken, dass sich die Nervenfasern, welche in verschiedene Districte eintreten, daselbst

mit andern Nerven dieser Districte verbinden, dass hier an verschiedenen Stellen sogenannte Nervengeflechte und Nervenanschwellungen gebildet werden können.

Das Rückenmark.

Das Rückenmark zieht über den Körpern der einzelnen Wirbel vom Hinterhauptsloche bis in die Lendenregion hinein, vorn bieten ihm die Wirbelkörper, welche zur Wirbelsäule aneinander gelagert sind, den nöthigen Schutz, hinten gewahren wir, dass die von den Wirbeln ausgehenden Knochenspangen, die hinteren oder oberen Fortsätze, um das Rückenmark herumziehen und in ihrer Gesammtheit einen Kanal repräsentiren, welcher dieses Centralorgan umgibt.

Das Rückenmark wird nun zunächst von denselben Häuten umschlossen, welche wir auch beim Gehirn gefunden haben.

Wenn wir die Substanz des Rückenmarks betrachten, so finden wir, falls wir einen Querschnitt machen, dass central eine graue Substanz ausgebildet ist, welcher sich peripherisch eine weissere auflagert. Die graue Substanz ist in höchst charakteristischer Weise ausgebildet. In der Mitte des Rückenmarks liegt eine querverlaufende dünne Partie, welche sich in den Seiten nach oben und unten hörnerartig auszieht, sodass ungefähr eine Figur entsteht, wie sie uns ein Schmetterling bietet, dem man die Flügel ausspannt und welchem man den Kopf und den Hinterleib abgeschnitten hat. Der Brusttheil des Schmetterlings würde der mittleren Partie der grauen Substanz entsprechen, die Flügel jederseits den beiden Hörnern.

Durch eine senkrecht auf der Wirbelsäule stehende Längsebene kann das ganze Rückenmark in zwei symmetrische Hälften getheilt werden. Central liegt der Centralkanal, um ihn herum hat sich graue Substanz ausgeschieden, vorn an der Vorderseite treten die grösseren Blutgefässe zwischen die beiden Rückenmarkshälften ein, oben finden wir eine tiefe Furche, welche fast bis zur Mitte hineinragt und welche als der Rest jener Verschmelzungslinie anzusehen ist, welche wir beim Embryo finden. Um die graue Substanz herum liegt dann die weisse Substanz in einer allerdings nicht überall gleichmässigen Schicht. Diese weisse Substanz wird von Fasern durchsetzt, welche in die graue überführen und in regelmässigen Zügen in bestimmten Partien verlaufen.

Die Rückenmarksnerven.

Die zuletzt erwähnten Fasern treten schliesslich aus dem Rückenmark heraus und vereinigen sich zu Nerven, den sogenannten Rückenmarksnerven. Dabei bemerken wir, dass die oberen oder hinteren Fasern des Rückenmarks zu zwei Nerven zusammentreten, welche an den oberen oder hinteren Seiten hervortreten; ebenso gehen Fasern aus den vorderen Hörnern der grauen Substanz heraus und bilden ein Paar Nerven, welche an der vorderen Fläche des Rückenmarks entspringen. Diese vier Nerven, welche also in zwei Paaren austreten, sind die Stämme für eine grosse Anzahl Nerven, welche wir in den verschiedenen Organen finden werden. Zunächst ist noch zu bemerken, dass diese Nerven jederseits zwischen je zwei Wirbeln hindurchtreten und dass sie sich auf jeder Seite nach kurzem Verlaufe miteinander vereinigen. Die hinteren Wurzeln dieser Nerven bilden nicht weit vom Rückenmark entfernt ein Ganglion, also eine Nervenanschwellung.

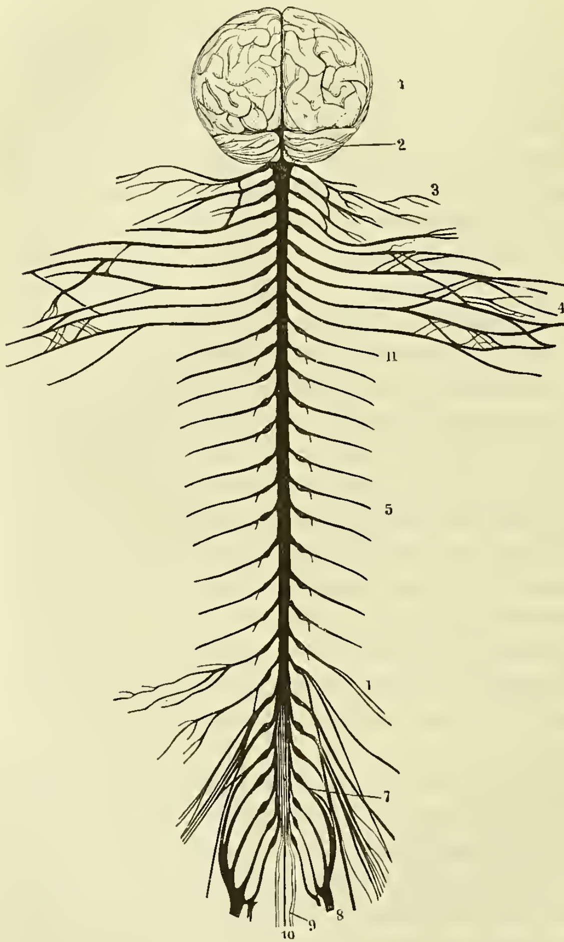


Fig. 33.
Schema des Gehirn- und Rückenmarks mit dem abgehenden Nerven. 1 Grosshirn, 2 Kleinhirn, 3 Halsgeflecht, 4 Armgeflecht, *II* zweiter Rückennerv, *I* erster Lendennerv, 5 Rückennerven, 6 Lendengeflecht, 7 erster Kreuzbeinnerv, 8 Beinnerven, 9 Steissbeinnerven, 10 Endfaden. (Krause, Anat.)

Die vorderen Nervenfasern treten an dies Ganglion heran, gehen aber, ohne sich in ihm aufzulösen, durch dasselbe hindurch. Es ist nun sehr charakteristisch, dass sich diese Nerven jeder in ganz verschiedener Weise verhalten. Diejenigen, welche aus den vorderen Hörnern des Rückenmarks hervorgegangen waren, treten an die Musculatur heran und veranlassen die Muskelbewegungen, weshalb wir sie auch Bewegungsnerven oder motorische Nerven nennen. Die hinteren Nerven, welche also jederseits die Nervenknoten bilden, gehen an die äussere Haut heran und stellen die Empfindungsnerven, sensiblen Nerven, dar. Wenn wir daher die gesammten hinteren Wurzeln durchschneiden, so kann das betreffende Individuum zwar alle Bewegungen ausführen, jedoch vermag es nicht mehr Schmerz und Reize zu empfinden. Durchschneiden wir die vorderen Wurzeln, so vermag das Individuum sich nicht zu bewegen, empfindet aber vollständig jeden Reiz und jeden Schmerz. Es kann vorkommen, dass unter Umständen die einen oder andern Wurzeln zufällig gelähmt werden und dann kann man natürlich dem entsprechend entweder keine Bewegungen ausführen oder aber keine Reize empfinden.

Im hinteren Theile des Rückenmarks und zwar ungefähr in der Kreuzgegend, innerhalb des ersten und zweiten Lendenwirbels treten die Fasern aus dem Rückenmark heraus und verlaufen dann nebeneinander in einer grösseren Anzahl von Strängen durch den Wirbelkanal weiter hindurch; wir bezeichnen diesen Endabsbhnitt als Pferdeschwanz.

Wenn die Nerven aus dem Rückenmark herausgetreten sind und das Ganglion gebildet haben, so verbreiten sie sich innerhalb des Körpers in verschiedener Weise. Es verschmelzen häufig die Nerven bestimmter Partien in ihrem Verlaufe zum Theil miteinander und bilden dann die sogenannten Nervengeflechte, aus welchen nun wieder die Nerven an die einzelnen Organe herausgehen. Solche Geflechte können wir mehrere unterscheiden: die Nerven, welche zwischen den ersten Brustwirbeln hindurchtreten, bilden das Armgeflecht, diejenigen, welche aus dem Endabschnitte des Rückenmarks herauskommen, verschmelzen zu dem Lenden- und Steissbeingeflecht; von dem erstgenannten gehen Nerven in die vordere Extremität, von dem letzten in die hintere Extremität hinein. Gleicherweise bilden sich Geflechte innerhalb des Halses.

Die Rückenmarksnerven geben aber sehr bald nach ihrem Austritte aus dem Wirbelkanal Nervenfasern ab, welche sich untereinander zu einem weiteren Nervenapparat vereinigen, welcher die Func-

tionen der inneren Eingeweide zu reguliren hat und von dem übrigen Nervensystem verhältnissmässig ziemlich unabhängig ist, wir bezeichnen dies als sogenanntes sympathisches Nervensystem.

Es kann uns hier nicht darauf ankommen, alle die Hauptnerven in ihrem weiteren Verlaufe zu besprechen, sondern wir müssen uns nur merken, dass überall dort, wo solche Nerven in einen bestimmten Körpertheil hineintreten, die verschiedenen Theile, Organe u. s. w. dieses betreffenden Abschnitts eine grössere Anzahl von Nerven erhalten. Diese Nerven haben natürlich, wie wir schon erwähnten, auch je wieder verschiedene Functionen. Ein Theil derselben, welcher aus den sensiblen Wurzeln entspringt, geht an die äussere Haut und vermittelt die Gefühlsempfindungen derselben, ein anderer Theil, der aus den motorischen Wurzeln hervorging, geht an die Musculatur des betreffenden Organs und vermittelt dessen Bewegungen. Es bilden sich, sobald Nerven verschiedener Districte zusammengetreten sind, viele der schon erwähnten Verschmelzungen. Die Nerven treten, nachdem sie in Ganglien oder in Nervennetzen vereinigt waren, aus denselben wieder an die verschiedenen Districte des Körpers heran. Es ist selbstredend, dass jene kolossalen Muskelpartien, wie wir sie im Unterschenkel finden, auch die meisten und die grössten der Rückenmarksnerven beanspruchen, ebenso sind diejenigen sehr stark entwickelt, welche an den Hals und an die Rücken- und Armmusculatur herantreten, verhältnissmässig schwach zeigen sich die ausgebildet, welche zwischen den Rippen und in der Lendengegend zur Bauchwand hinziehen.

Das sympathische Nervensystem.

Es ist das sympathische Nervensystem, wie wir schon kurz erwähnten, ein von dem übrigen Nervenapparat selbstständig gewordener Theil, es steht selbstverständlich mit dem übrigen Centralapparate in Verbindung, functionirt aber für sich allein, es ist dem Willen des Menschen nicht unterworfen, sondern es wird durch eigenthümliche Vorgänge angeregt, über deren Natur wir noch wenig Kenntniss besitzen. Das sympathische Nervensystem versorgt sämmtliche Eingeweide, die Respirationsorgane und das Herz, den Darmapparat mit den Anhangsdrüsen, den Harn- und Geschlechtsapparat. Um die Function zum Theil unabhängig zu machen, verlaufen eine Anzahl der Eingeweidenerven innerhalb der Leibeshöhle zusammen und bilden da einige Nervenknoten, sogenannte Ganglien, von denen aus dann die Nerven an die verschiedenen Organe herantreten. Wir bezeichnen den ganzen Apparat als *Sympathicus* oder Grenzstrang

des Nervensystems. Derselbe ist doppelt und symmetrisch angeordnet, er verläuft zu beiden Seiten der Wirbelsäule und bildet vor dieser eine ganze Reihe von Nervenknoten, von denen aus dann die verschiedenen Nerven austreten. Alle diese Nervenknoten sind durch Nerven miteinander in Verbindung gebracht. Es würde zu weit führen, wollten wir die verschiedenen Abschnitte des Sympathicus hier besprechen, wir können uns nur darauf beschränken, die hauptsächlichsten Verhältnisse desselben anzuführen. Der eigentliche sympathische Nerv entspringt, wie wir früher schon gesehen haben, vom Gehirn aus, es ist aber schwer, diesen Anfang weiter zu verfolgen.

Der Grenzstrang des Sympathicus liegt als doppelter Nerv symmetrisch gegen die Wirbelsäule immer vor den seitlichen Fortsätzen der eigentlichen Wirbel. Es ist nicht leicht, denselben genau zu schildern, weil er mit den vom Rückenmark abgehenden Spinalnerven sowohl als auch andererseits mit den übrigen sympathischen Nerven verbunden ist. Man kann an ihm, da er vom Hals bis zum Becken hinunterreicht, dieselben Regionen unterscheiden, welche man auch beim Rumpf im Allgemeinen annimmt, einen Kopftheil, einen Hals-, einen Rücken- und einen Bauchtheil. Im Halstheile gehen die verschiedenen Nerven an andere Hirnnerven heran; so verbinden sich dieselben mit dem Vagus zu einem Nervengeflecht und ebenso mit jenen Nerven, welche an den Kehlkopf hingehen. Weiter wird vom Halstheil ein Nerv an das Herz abgegeben, der ebenfalls mit den Vagusverzweigungen ein Nervengeflecht bildet. Im Halstheile werden nun verschiedene Nervenknoten gebildet. Die ebengenannten Nerven gehen von dem oberen Halsknoten aus, neben diesem findet sich ein mittlerer Halsknoten, von welchem aus ebenfalls wieder Nervenzweige nach den verschiedensten Halspartien, an die Schilddrüse, den Kehl- und Schlundkopf, an das Herz u. s. w. abgehen. Ein drittes Ganglion entsendet ähnliche Verzweigungen. Charakteristisch ist es, dass alle die verschiedenen Nerven den Hauptgefässen der verschiedenen Körpertheile folgen, man spricht daher auch von Adergeflechten, so z. B. vom Kopfschlagadergeflecht, bei welchem man wieder ein inneres, ein äusseres und ein gemeinschaftliches unterscheidet. Die Nerven aus diesen Geflechten treten an die verschiedenen Theile des Kopfes heran, in die Sinnesorgane, an die Zunge, den Kehlkopf u. s. w. Hinter den Augen liegt in der Augenhöhle jederseits der Augenknoten, von dem aus Fasern in das Auge eindringen, weiterhin spricht man vom Gaumenkeilbeinknoten, der Nerven an den Schlundkopf, an die verschiedenen Nasentheile

und an den Gaumen abgibt. Der obere Nervenknoten entsendet Fasern an die Eustachische Röhre, an die Muskeln des inneren Ohres, an die Paukenhöhle und an die dem Felsenbein aufliegenden Theile; die Kiefer- und Zungendrüsen, sowie die Zunge selbst erhalten eine Anzahl von Nerven von dem Kiefernervknoten. Im Brusttheile gehen aus den Ganglien des Grenzstranges Verbindungsäste an die Spinalnerven heran, weiterhin zwei grosse Stämme, die sogenannten Eingeweidenerven. Der grösste Eingeweidenerv entspringt mit fünf bis sieben Wurzeln aus den oberen Ganglien des Grenzstranges, der kleinere Eingeweidenerv aus den beiden letzten (10. und 11.) Ganglien des Grenzstranges. In der Brusthöhle werden nun eine Anzahl von Geflechten gebildet, von denen besonders das Herzgeflecht, dann das Kranzgeflecht des Herzens und das Brustaortageflecht bemerkenswerth sind, vom Kranzgeflechte werden Nervenzweige an das Herz selbst abgegeben. In der Bauchregion finden wir ungefähr fünf Lendenknoten, vier bis fünf Kreuzknoten und einen Steissnervenknoten, ausserdem werden in der Bauchhöhle eine ganze Anzahl von Geflechten gebildet, von denen das eine als Bauch- oder Sonnengeflecht den grössten Plexus darstellt; dieses bildet wieder kleinere Geflechte, die man als Zwerchfellgeflecht, Kranzgeflecht des Magens, Leber- und Milzgeflecht bezeichnet. Ein zweites grosses Geflecht ist das Gekrösgeflecht, ausserdem finden sich noch solche in der Nähe der Nieren, der Geschlechtsapparate, der Aorta und des Beckens, von ihnen gehen Nervenfasern an die Organe der betreffenden Regionen ab, es ist jedoch nicht möglich, alle diese einzelnen Fasern weiter zu verfolgen.

G. Die Sinnesorgane.

Um alle Functionen des Körpers ungehindert verlaufen zu lassen und besonders um zu verhüten, dass äussere Einflüsse plötzlich störend auf den Körper oder auf einzelne Theile desselben einwirken, besitzt der Organismus des Menschen Vorrichtungen, welche gleichsam als Wächter dienen, durch deren Thätigkeit die Aussenwelt controlirt und durch welche ein grosser Theil der Körperfunctionen in ganz bestimmte Thätigkeit versetzt wird. Wir bezeichnen diese Apparate als Sinnesorgane. Sie dienen sämmtlich dazu, äussere Einflüsse aufzunehmen, diese äusseren Einflüsse und Eindrücke zum Bewusstsein zu bringen und danach die Handlung des Körpers zu bestimmen. Die äusseren Einflüsse, welche auf den Körper fördernd oder schädlich

wirken, sind nun ganz verschiedener Natur. Wir kennen als solche Wärme, Licht, verschiedene Gase, dann ganz mechanische Eingriffe und Eindrücke, Druck, Stoss u. s. w., endlich noch Töne, Schall und ausserdem diejenigen Eigenthümlichkeiten, welche unsern Nahrungs- und Genussmitteln eigen sind, welche aber auch einer grossen Anzahl von schädlichen Stoffen zukommen, die wir daher als Geschmack und Geruch der Substanzen bezeichnen. Um diese verschiedene Eindrücke hervorrufenden Einwirkungen dem Körper nun mitzutheilen, ihn von dem Vorhandensein der Quellen zu unterrichten und ihn auf ihre Qualität und Quantität aufmerksam zu machen, dient eine Reihe äusserlich gelegener Theile, welche mit dem Centralnervensystem, als dem Sitz aller Empfindungen, in Verbindung stehen.

Die Sinnesorgane sind den verschiedenen Eindrücken, welche auf sie ausgeübt werden, entsprechend ganz verschieden gebaut. Wir können dieselben in zwei grosse Gruppen theilen, in solche, welche rein mechanischen Einwirkungen ausgesetzt sind, und in solche, auf welche chemische Veränderungen einen Einfluss üben.

Zu der ersten Gruppe gehören jene, welche direct äussere Eingriffe, Schlag, Stoss, Druck oder Schwingungen, die sich von einem ausserhalb liegenden Körper weiter erstrecken, aufzufassen haben. Als solche Schwingungen haben wir die Licht- und Schallwellen aufzufassen. Beim Licht wird das umgebende Medium durch die Bewegungen im leuchtenden Körper in Schwingungen versetzt, diese Schwingungen pflanzen sich durch die Luft hindurch fort, werden endlich auf das Sinnesorgan übertragen, werden hier empfunden und nun nach dem Gehirn durch die Nerven hindurch weiter geleitet. Ebenso ist es mit den Tonwellen, welche ebenfalls von einem sich bewegenden Körper ausgehen. Die Bewegungen dieses Körpers, sei es nun eine schwingende Klaviersaite oder die Zunge einer Pfeife oder irgend ein anderer eine geeignete Bewegung ausübender Stoff, werden gleichfalls durch die Luft weiter fortgeführt, sie gelangen auch an unsern Körper, werden hier einem bestimmten Sinnesorgan übermittelt und von diesem dann weiter geleitet.

Zu der zweiten Gruppe von Sinneseindrücke hervorrufenden äusseren Einwirkungen gehören nun die chemisch wirksamen Bestandtheile. Dieselben wirken dadurch, dass sie als Gase oder als Flüssigkeiten mit den Geweben unseres Körpers zusammenkommen und diese Gewebe in ganz bestimmter Weise beeinflussen. Um zu verhüten, dass ein solcher Einfluss ein schädlicher sei, gewahren wir eine bestimmte Form von Geweben innerhalb des Organismus derartig umgeändert, dass sie im Stande sind, die oben genannten

Stoffe auf ihre Beschaffenheit hin prüfen zu können, bevor dieselben für den Körper irgendwie von Schaden oder Nutzen gewesen sind. Auf diese Art der Sinnesorgane wirkt die Aussenwelt in wesentlich anderer Weise, es entstehen innerhalb bestimmter äusserlich gelegener Theile solcher Organe chemische Umsetzungen, welche sich schliesslich auch wieder einem bestimmten Nerv kund geben und von diesem an das Gehirn rapportirt werden.

Zu den erstgenannten Sinnesorganen gehören die Augen, die Ohren und die fühlenden Theile der Haut, zu den letztgenannten Sinneswerkzeugen zählen wir das Geschmacks- und das Geruchsorgan.

Es ist nun klar, dass die verschiedenen Sinneswerkzeuge nach den jeweiligen Eindrücken, welche auf sie zu wirken haben, verschieden gebaut sein müssen. Die Unterschiede im Bau sind sowohl äussere, die allgemeine Anatomie betreffende, als auch solche des feineren inneren Baues; nur in einem Punkte stimmen alle Sinnesorgane überein, sie treten sämmtlich mit Nerven in Verbindung, mit Nerven, welche sich in ihnen mit kleinsten Fäserchen auflösen. Diese kleinsten Nervenfäserchen stehen nun wieder mit eigenthümlich gebauten Zellen in Verbindung, die wir schon früher erwähnten und als Sinnesepithelzellen bezeichneten. Diese Zellen haben weiter nichts zu thun, als den Reiz, welcher von aussen auf sie ausgeübt wird, also die Licht- oder Schallwellen oder die Geschmacksempfindungen dem Nerv zu übermitteln, welcher ihn dann an das Gehirn weiter fortführt. Um nun den Reiz einzuleiten und aufzufangen, werden eine Reihe von Vorrichtungen in Anwendung gebracht, welche der Natur des Reizes entsprechend verschieden gebaut sind und dem entsprechend auch gesondert betrachtet werden müssen. Wir thun daher am besten, wenn wir nach diesen kurzen allgemeinen Bemerkungen gleich auf die spezielle Anatomie der einzelnen Sinnesorgane näher eingehen.

Das Auge.

Das Sehorgan ist, wie alle Sinnesorgane, paarig vorhanden und symmetrisch gegen die Hauptachse des Körpers gestellt. Die Augen liegen nach vorn gerichtet unter dem Stirntheile der Schädelkapsel, innerhalb der knöchernen Augenhöhle. Die Hauptrichtung des Sehens ist dem entsprechend auch nach vorn gerichtet.

Den Zweck, welchen die Augen im Organismus zu erfüllen haben, brauchen wir nicht näher zu erörtern, er ist einem Jeden hinreichend bekannt. Alle weiteren Verhältnisse, die wir in der Anatomie des

Auges haben, werden wir nacheinander besprechen. Wir haben eine ganze Anzahl von einzelnen Theilen zu beschreiben, welche dazu dienen, das Auge zu schützen, andere, welche die Augen befähigen, die Lichtstrahlen in zweckmässiger Weise aufzunehmen und in das Innere hineinfallen zu lassen, und endlich diejenigen, welche die Lichtstrahlen zur Wahrnehmung bringen und den durch dieselben ausgeübten Reiz dem Gehirn übermitteln.

Zu den Schutzorganen des Auges haben wir zunächst die knöchernen Augenhöhlen zu rechnen, welche die runden Augäpfel, wie wir die inneren Theile zu bezeichnen pflegen, an den Seiten und hinten umgeben und vor jedem Druck schützen, welche auch gleichzeitig zur Anheftung der die Augen bewegenden Muskeln dienen. Wir wissen, dass diese Augenhöhlen oben von dem Stirnbeine, im Innern von dem Thränenbeine und Nasenbeine, unten vom Oberkieferfortsatz und den Jochbogen gebildet werden. Sie sind selbstverständlich bedeutend grösser als das Volumen der Augen selbst, denn dieselben müssen erstlich eine vollkommen freie Beweglichkeit haben und ausserdem dürfen die dem Auge ansitzenden Muskeln in ihrer Contraction nirgends gehemmt werden. Zum Schutz des Auges dienen äusserlich die Augenbrauenbogen, welche bekanntlich durch die unteren Fortsätze der Stirnbeine gebildet werden. Auf den knöchernen Partien derselben liegt dort die Kopfhaut auf und ausserdem finden sich am vordersten Rande eine grössere Anzahl seitwärts gerichteter Haare, die sogenannten Augenbrauen, welche verhindern, dass der von der Stirn herabrinnende Schweiss direct in das Auge gelangen kann. Weiterhin dienen zum Schutz des Auges die beiden Augenlider, das obere und das untere, von denen besonders das obere nach unten gesenkt werden kann, was durch eine eigene in ihm gelegene Musculatur ermöglicht wird. Jeder Fremdkörper, der in das Auge eindringen will und gesehen werden kann, wird durch augenblickliches Schliessen, resp. Zusammenziehen der Augenlider von dem eigentlichen Augapfel abgehalten, feinere Theile, wie Staub u. s. w., können nicht auf den Augapfel gelangen, weil die unteren Ränder der Augenlider mit langen, nach vorn gerichteten Haaren bewachsen sind, den sogenannten Augenwimpern, die sich beim Schliessen des Auges reusenartig übereinander legen und sehr geeignet sind, kleinere Fremdkörper vollständig zurückzuhalten. Von dem unteren Augenlidrand erstreckt sich nach oben, unten und innen die sogenannte Augenbindehaut, welche am vorderen Theile des Auges befestigt ist und einen Sack darstellt, der tief nach innen geht. In diesem Sacke finden wir nun constant eine helle Flüssigkeit, die so-

genannte Thränenflüssigkeit, welche von einer Reihe von Drüsen ausgeschieden wird, den Thränendrüsen, die in diesen Sack einmünden. Damit die Thränenflüssigkeit abfliessen kann, sind feine Kanälchen vorhanden, welche von den inneren Augenwinkeln und zwar vom unteren Rande derselben ausgehen, nach innen verlaufen und sich in die innere Nase hinein öffnen, also einen Abfluss der Thränenflüssigkeit nach der Nase zu gestatten. Mit der Thränenflüssigkeit werden gleichzeitig auch kleinere Fremdkörper, welche auf das Auge gerathen sind, feiner Staub u. s. w., nach aussen entfernt, ebenso gelangen die abgenutzten Schleimhauttheilchen in kleinen Ballen mit diesen Fremdkörpern in den Augenwinkeln zur Ablagerung. Am Rande der Augenlider finden sich ausserdem eine grössere Anzahl von Drüsen, welche wir als die Meibom'schen bezeichnen, deren Secret dazu dient, die Augenlider einzufetten und das Auge so gegen das Eindringen des Wassers zu schützen. Der hintere Theil der Augenhöhle, in welchem der Augapfel liegt, wird von einer Flüssigkeit erfüllt, welche wir als Lymphe bezeichnen; sie dient dazu, dem Auge ein elastisches, weiches Polster zu bieten, auf welchem dasselbe ruht und in welchem es sich bewegen kann.

Die Bewegungen des Auges werden durch eine Reihe von Muskeln veranlasst, welche, wie schon erwähnt, von der Augenhöhle aus an den Augapfel herantreten und natürlich in jeder Beziehung geeignet sein müssen, die Bewegungen des Auges möglichst ausgiebig zu gestalten und das Sehfeld, also den zu übersehenden Theil der Aussenwelt, möglichst zu vergrössern. Bei diesen Augenmuskeln unterscheiden wir vier gerade und zwei schiefe. Die vier geraden Muskeln gehen oben und unten, rechts und links von dem Augapfel ab und treten an die hintere Wand der knöchernen Augenhöhle heran. Wird der obere Muskel allein bewegt, so dreht sich das Auge nach oben, spannen wir dann den unteren Muskel an, so bewegt sich das Auge nach unten, nach rechts wird es durch den rechten geraden Augenmuskel, nach links durch den linksseitigen hingezogen. Diese Bewegungen allein würden aber nicht für alle Fälle ausreichen, sondern es muss noch ein Paar Muskeln vorhanden sein, welche das Auge in der Augenhöhle rollen, dieses also seitlich herumziehen und zwar um die Hauptachse des Auges, welche wir uns mitten durch die Pupille hindurch senkrecht nach hinten gelegt denken müssen. Diese beiden Augenmuskeln bezeichnen wir als schiefe, wir unterscheiden deren einen oberen und einen unteren. Der untere Augenmuskel setzt sich unten und aussen an den Augapfel an, verläuft unter ihm quer nach der Nase zu und heftet sich an der inneren

Fläche der Augenhöhle an. Sowie wir diesen Augenmuskel contrahiren, dreht sich das Auge um die Hauptachse von aussen nach innen. Diesem Muskel entgegengesetzt ist der obere schiefe Augenmuskel, welcher sich ebenfalls an den äusseren Seiten des Augapfels ansetzt, dann über das Auge hinweg verläuft, nun aber nicht direct an die Augenhöhle herantritt, sondern innerhalb dieser Augenhöhle und zwar an der Nasenfläche derselben zunächst durch eine Schlinge hindurchgeht. Diese Schlinge ist an der Wandung des Nasenbeins befestigt, von ihr verläuft der Muskel längs der inneren Augenhöhlenwandung nach hinten und heftet sich dann neben den geraden Augenmuskeln im Grunde der Augenhöhle an. Die Schlinge besteht aus Knorpel. Contrahirt sich dieser Augenmuskel, so dreht sich das Auge um seine Hauptachse und zwar, wenn wir es von aussen betrachten, von links nach rechts herum, also entgegengesetzt dem Zeiger einer Uhr. Die Wirkung der Muskeln werden wir später noch besprechen müssen, vorläufig sei nur erwähnt, dass die entsprechenden Muskeln der beiden Augen niemals gleichmässig nebeneinander wirken, sondern dass bloss die unteren und oberen geraden Augenmuskeln gleichzeitig nebeneinander in Thätigkeit versetzt werden. Wenn wir nach oben sehen, so contrahiren sich beide obere gerade Muskeln, sehen wir nach unten, so geschieht dasselbe mit den unteren geraden. Wollen wir nach der rechten Seite sehen, so müssen wir den rechten geraden und den linken geraden Augenmuskel contrahiren, wollen wir nach links sehen, so sind der äussere gerade des linken Auges und der innere gerade des rechten Auges in Thätigkeit zu setzen; wollen wir die Augen rechts herumrollen, also entsprechend dem Zeiger einer Uhr, so haben wir den linksseitigen unteren schiefen Augenmuskel und den rechtsseitigen oberen schiefen in Anwendung zu bringen; sollen die Augen links herum gerollt werden, so müssen die den eben genannten Muskeln entgegengesetzten zur Anwendung gebracht werden. Es können nun gleichzeitig meh-

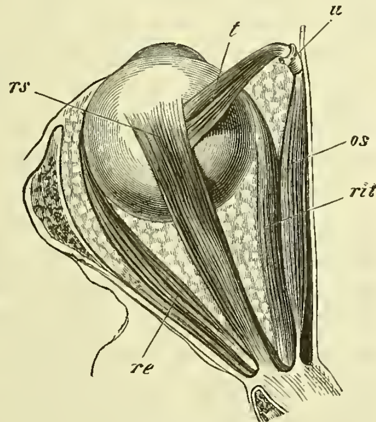


Fig. 34.

Die Muskeln des linken menschlichen Auges, von oben gesehen. *rs* oberer gerader. *re* äusserer gerader. *rit* innerer gerader. *os* oberer schiefer. *t* Sehne dieses Muskels. *u* Knorpelrolle an der inneren Wand der Augenhöhle, um welche die Sehne des oberen schiefen geschlungen ist. (Wundt, Physiologie.)

rere dieser Muskeln nebeneinander wirken, aber selbstverständlich niemals diejenigen, welche direct entgegengesetzt sind, wie z. B. die oberen und unteren geraden Augenmuskeln.

Gehen wir nun auf den Bau des Augapfels ein, so gewahren wir an demselben auch eine Anzahl von Theilen, welche streng voneinander zu scheiden sind und welche sich in Hülfs- oder Nebenapparate, in die lichtbrechenden Theile und in die lichtempfindenden zergliedern lassen.

Betrachten wir einen Augapfel, welcher aus der Augenhöhle herausgenommen ist und welchen wir von den ihm anhaftenden Muskeln befreit haben, so finden wir, dass derselbe kein kugeliges Gebilde darstellt, wie man wohl gewöhnlich anzunehmen geneigt ist, sondern dass er aus einem erweiterten, etwas in der Längsachse des Auges (also von vorn nach hinten) zusammengedrückten, hinteren Theile und aus einem diesem als Kugelabschnitt aufsitzenden, äusserlich sichtbaren, vorderen Theil besteht.

Der hintere Theil des Augapfels wird äusserlich von einer weissen, sehr elastischen, festen, starken Haut umgeben, welche wir als die harte Haut bezeichnen. An sie setzen sich die Augenmuskeln an und ebenso ist an ihrem vorderen Rande die Bindehaut des Auges festgewachsen. Diese harte Haut besteht aus festem Bindegewebe, sie besitzt nur an einer Stelle eine Oeffnung, dies ist dort, wo der Sehnerv, welcher vom Gehirn kommt und durch die hintere Augenhöhle geht, an sie herantritt. An dieser Stelle ist sie durchbrochen, jedoch verläuft die oberste der Bindegewebsschichten über den Sehnerv hinweg und um denselben herum nach hinten. Wir gewahren diese harte Haut in den Augenwinkeln und bei Drehung des Auges, wo sie als röthlichweisses Gebilde hervortritt. Die röthliche Farbe, welche wir an ihr von aussen bemerken, rührt davon her, dass in jener dieser harten Haut aufliegenden Bindehaut zahlreiche Blutgefässe verlaufen; Entzündungen des Auges, bei welchen das Auge roth erscheint, haben ihren Sitz in dieser Bindehaut.

Ganz vorn geht die harte Haut in den oben erwähnten vorderen und stets zum grössten Theile frei nach aussen gelegenen Abschnitt über, wir bezeichnen denselben als Hornhaut. Er ist glashell, durchsichtig; durch ihn hindurch gewahren wir die gleich weiter zu besprechenden inneren Theile des Auges. Die Hornhaut ist, wie wir oben schon erwähnten, stärker gewölbt als die harte Haut, sie bildet einen flachen Kugelabschnitt, der Mittelpunkt dieser Kugel fällt nicht mit dem Mittelpunkte des Augapfels zusammen, sondern liegt weiter nach vorn, jedoch genau in der Hauptachse des Auges.

Diese Hauptachse müssen wir uns durch das Centrum der Hornhaut gelegt denken. Durch die Hornhaut müssen die Lichtstrahlen von aussen hindurchgehen, sie werden von der Hornhaut nach innen abgelenkt, wie wir später noch weiter zu betrachten haben werden. Die Hornhaut führt selbstverständlich keine Blutgefässe, weil dieselben das Sehen stören würden.

Diese eben besprochenen äusseren Theile des Auges erfüllen einen doppelten Zweck: erstens geben sie dem ganzen Sehorgan eine feste Form, zweitens dienen sie im vorderen Theile als Durchgangsmedien für das Licht und bewirken ausserdem eine Brechung der Lichtstrahlen nach dem vorderen Theile des Augapfels zu.

Gehen wir nun auf die innere Organisation des Auges selbst über, so haben wir da zu unterscheiden zwischen den das Licht brechenden Theilen, dem Anpassungsapparat, den Nahrung zuführenden Theilen und den das Licht auffangenden. Machen wir einen Längsschnitt durch das Auge, sodass wir senkrecht zur vorderen Fläche nach hinten schneiden, so sehen wir, dass der ganze Augapfel in zwei Theile getrennt ist, welche sich voneinander unterscheiden und einen ganz verschiedenen inneren Ausbau zeigen. Beide Theile sind kammerförmig ausgebildet und wir sprechen daher, da die eine Kammer vorn, die andere hinten gelegen ist, von einem vorderen und einem hinteren Kammertheile des Auges.

Die vordere Augenkammer liegt direct hinter der Hornhaut, sie wird, wie wir aus der umstehenden Figur sehen, an ihrem hinteren Theile durch eine vom Rande der Hornhaut einspringende runde Haut in einen vorderen grösseren und einen hinteren kleineren Abschnitt zerlegt; diese Haut ist die sogenannte Regenbogenhaut, welche wir als Blende im Auge kennen lernen werden. Die hintere Wand der vorderen Augenkammer wird von einem linsenförmigen Körper begrenzt, der sogenannten Krystalllinse. In dieser Augenkammer befindet sich nun eine helle wasserklare Flüssigkeit, deren Zusammensetzung derartig ist, dass sie das Licht nicht stark ablenkt.

Die Linse ist oben und unten mit einem ringförmigen, dem vorderen Theil der harten Haut anliegenden Muskel in Verbindung, der für das Sehen von grösster Wichtigkeit ist. Die Krystalllinse besteht aus einem, wie schon der Name sagt, linsenförmigen Körper, der Rand derselben liegt vollständig dem eben erwähnten Ringmuskel an. Die gewölbten Flächen der Linse sind also nach vorn und hinten gerichtet. Diese Flächen sind nicht gleichförmig gewölbt, sondern es erweist sich die hintere stärker gekrümmt als die vordere. Die Krystalllinse ist auch wieder vollständig durchsichtig, ihre

Substanz ist aber wesentlich von der der vorderen Augenkammer verschieden, sie ist fest, dichter und bricht infolge dessen das Licht.

Ein durch die Hornhaut hindurchgehender Lichtstrahl wird von der Linse aufgefangen und nun wie von einem Brennglase weiter nach innen geleitet.

Hinter der Linse befindet sich die hintere Augenkammer, dieselbe wird äusserlich durch die harte Haut vollständig begrenzt und in ihrer Form bestimmt. Sie stellt einen weiten Hohlraum dar, welcher vollständig mit einem gallertigen, hellen Körper, dem sogenannten Glaskörper, angefüllt ist. Im Grunde dieser hinteren Augenkammer und an den Wandungen der harten Haut liegen jene Apparate, welche für die Ernährung des Auges und für das Lichtempfindungsvermögen von grösster Bedeutung sind.

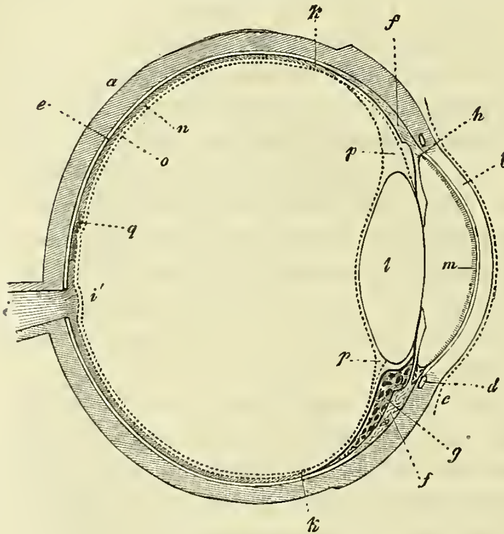


Fig. 35.

Das menschliche Auge im Querschnitt. *a* Schutzhaut, *b* Hornhaut, *c* Oberhaut, *d* Ringvene der Iris, *e* Aderhaut, *f* Ciliarmuskel, *g* Faltenkranz, *h* Regenbogenhaut, *i* Sehnerv, *k* vorderer Grenzrand der Netzhaut, *l* Krystalllinse, *m* innerer Ueberzug der Hornhaut (Membrana), *n* Pigmenthaut, *o* Netzhaut, *p* Petit's-Kanal, *q* gelber Fleck der Netzhaut. (Nach Helmholtz.)

Wenn wir wieder den Durchschnitt durch das Auge betrachten, so finden wir, dass der harten Haut eine blutgefässreiche, dunkle Schicht aufliegt, welche man nach ihrem Reichthum an Blutgefässen als Aderhaut bezeichnet hat, sie bildet den Nahrung zuführenden Theil des Auges. In sie tritt von hinten ein blutzuführendes Gefäss hinein und verzweigt sich in ihr zu einem feinen Capillarnetz, von welchem aus das Blut durch Osmose an die übrigen Augentheile abgegeben wird. Um die Blutflüssigkeit zu verdecken und zu verhindern, dass das einfallende Licht falsche Strahlen auf den lichtempfindenden Theil sendet, gewahren wir innerhalb der Aderhaut schwarze Massen abgelagert, welche als Pigment bezeichnet werden.

Dieser Aderhaut liegt nun diejenige auf, welche die Lichtwellen, also das durch den vorderen Augentheil hindurchfallende Bild von

der Aussenwelt auffängt und dem Gehirn übermittelt. Dieser Apparat ist ebenfalls hautförmig ausgebildet, wir bezeichnen ihn als Netzhaut oder als *Retina*. Ihre Zusammensetzung ist nicht einfach, sondern wir finden, dass die Retina aus einer grossen Anzahl einzelner neben- und übereinander liegender Zellschichten gebildet wird. Der Sehnerv, welcher am hinteren Theile der harten Haut in das Auge eintritt, verbreitet sich auf derselben mit zahllosen feinen Fasern, dieselben liegen ganz zu äusserst auf der Retina, also an der nach innen gekehrten Fläche des Augapfels. Eine jede dieser feinsten Nervenfasern tritt nun mit einer eigenthümlich gebauten Zelle in Zusammenhang, mit einer sogenannten Sinnesepithelzelle. Es ist der Bau eines solchen Endapparates so interessant und charakteristisch, dass wir nicht umhin können, denselben uns bei dieser Gelegenheit etwas genauer anzusehen.

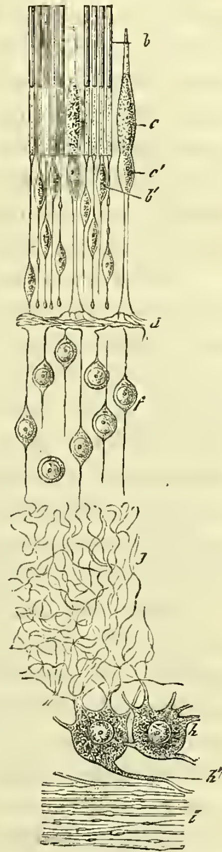


Fig. 36.
Querschnitt durch die menschliche Retina (halbschematisch). *i* innere Nervenfasern, *h* Ganglienzelle, *b* Stäbchen, *c* Zapfen, *d* Membrana fenestrata, *f* innere Körner, *b' c'* äussere Körner. (Nach M. Schultze.)

Bevor die Nervenfaser an die eigentliche Zelle selbst herantritt, erfährt sie noch eine Umwandlung, sie geht nämlich in eine sogenannte Ganglienzelle ein, von der aus dann ein Fortsatz an die eigentliche Sinneszelle herantritt. Die letztere ist nun höchst eigenthümlich gebaut: wir gewahren in ihr einen unteren breiteren Körpertheil und einen nach aussen an diesen sich ansetzenden Endapparat, welcher dazu bestimmt ist, die Lichtwellen aufzunehmen. Im menschlichen Auge lassen sich zwei solcher Endzellen unterscheiden, die einen sind langgestreckt, stäbchenförmig und mit einem als Stäbchen bezeichneten Endanhange, die andern sind bauchig aufgetrieben, zapfenartig, besitzen aber auch einen äusseren stäbchenförmigen Anhang. Die Stäbchen werden voneinander durch eingelagerte dunkle Farbmassen, durch das Netzhautpigment, getrennt; sie liegen der Aderhaut des Auges auf, das Licht muss also von aussen durch die Netzhaut hindurchgehen, um dann auf der inneren Seite derselben erst auf die Stäbchen einwirken zu

können. Wie diese Einwirkung vor sich geht, ist weiter unten zu erörtern.

An der Stelle, wo der Sehnerv in das Auge eintritt, ist natürlich sowohl die Aderhaut als auch die Stäbchenschicht durchbrochen, der Sehnerv breitet sich ja auf der Stäbchenschicht aus, geht also in das Innere des Auges hinein. Da nun an dieser Eintrittsstelle des Sehnerven keine Stäbchen vorhanden sind, so können an dieser Stelle auch keine Lichtempfindungen wahrgenommen werden, wir haben hier also einen indifferenten, todten Punkt innerhalb des Auges, einen Punkt, welcher nicht zu sehen vermag; daher kommt es dann auch, dass der Sehnerv nicht direct in der Achse des Auges einmündet, sondern dass er seitlich von der Hauptachse des Sehorgans und zwar mehr nach innen gelegen zum Auge herantritt.

Die Achse des Auges geht durch eine eigenthümlich modificirte Stelle der Netzhaut, durch den sogenannten gelben Fleck derselben. Dieser gelbe Fleck stellt sich als eine kleine Vertiefung im Grunde des Auges dar; er ist die empfindlichste Stelle der ganzen Retina, seine Farbe hat er von einem ihm eigenthümlichen Farbstoffe, welcher ganz eigenartige optische Eigenschaften besitzt. Die sogenannten Stäbchenzellen fehlen vollständig in diesem Abschnitte, wir haben daselbst nur Zapfen und zwar sehr langgestreckte mit ebenfalls lang ausgezogenen dünnen, schlanken, stabförmigen Fortsätzen an der Innenseite.

Wenn wir nun schliesslich noch jene Theile betrachten, welche wir als Blendungs- und Bewegungsapparat im Innern des Auges antreffen, so haben wir da zunächst die in der vorderen Augenkammer gelegene Blende, die sogenannte Regenbogenhaut, *Iris*, zu untersuchen. Es ist dies jene auch von aussen sichtbare und die Farbe des Auges tragende Blendung. Ihre Gestalt ist scheibenförmig, der centrale Theil dieser Scheibe ist weggefallen, sodass von derselben nur ein breiter Ring übrig geblieben ist. Durch die innere Oeffnung dieses Ringes hindurch sehen wir nun in den Augapfel selbst hinein. Da von dem Augapfel keine Strahlen zurückgeworfen werden, so erscheint der ausgeschnittene Theil der Iris, die sogenannte Pupille, vollständig schwarz. Betrachten wir die Iris, so gewahren wir, dass sie nicht zu allen Zeiten gleich breit ist, sondern dass sich die Dicke des Ringes fortwährend, oft in kurzen Zwischenräumen, um ein ganz Beträchtliches vergrössert oder verkleinert; dadurch wird die Pupille kleiner oder grösser. Wir bemerken, dass sie kleiner wird, wenn wir in das Helle sehen, dass sie sich sehr stark erweitert, wenn wir aus dem Hellen in das

Dunkle hinein blicken. Untersuchen wir die Iris auf dies Verhalten hin genauer, so finden wir, dass sie ihre Formveränderung der Anwesenheit von Muskelfasern verdankt, und zwar sind es glatte Muskelfasern, welche sich in ihr in verschiedenen Schichten eingelagert zeigen. An ihrem äusseren Rande ist die Iris an der Grenze der Hornhaut durch ein Bindegewebe mit derselben verwachsen. An der Hinterfläche der Iris finden sich zahlreiche Pigmentzellen, welche die Farbe dieses Augentheils bestimmen, weiterhin in Capillaren ausgebreitete Blutgefässe, Nervenendigungen und die hier schon erwähnten Muskeln. Einer dieser Muskeln zieht sich mit ringförmigen Fasern in der Fläche der Iris hin, es ist der sogenannte Zusammenzieher der Regenbogenhaut, denn sowie sich seine Fasern contrahiren, verändert sich natürlich der Durchmesser der Pupille, dieselbe wird kleiner. Der zweite Muskel besteht aus Fasern, welche in den Radien der Irisscheibe verlaufen, sich also von innen nach aussen strahlenförmig verbreiten. Sowie sich diese Fasern zusammenziehen, wird natürlich der Innenrand der Iris nach dem äusseren Rande derselben hingezogen, es tritt eine Erweiterung der Pupille ein. Durch diesen Umstand werden die Lichtstrahlen, welche in das Auge einfallen, in mehr oder minder grossem Masse abgesperrt, was natürlich für die Deutlichkeit des Sehens von erheblichem Einflusse ist. Die Iris ist etwas kegelförmig nach vorn vorgestreckt, weil hinter ihr die vordere, gebogene Wandung der Krystalllinse liegt, deren mittlerer Theil hinter der Pupille befindlich ist. Durch die Linse und den an ihr oben befestigten Ringmuskel wird die vordere Augenkammer abgegrenzt; in diese Augenkammer hängt die Iris schleierartig hinein. Die Augenkammer selbst wird von einer hellen, wasserklaren Flüssigkeit erfüllt, welche das Licht in derselben Weise bricht wie die Hornhaut und infolge dessen den Lichtstrahlen ungehinderten Eintritt gestattet.

Das Sehen. Bei der Wahrnehmung von Lichteindrücken müssen eine ganze Reihe von complicirten Verhältnissen erfüllt werden, von denen wir hier nur die allerhauptsächlichsten besprechen können. Es ist schon erwähnt worden, dass der ganze Sehapparat dazu dient, die Lichtwellen, welche von aussen, z. B. von einem leuchtenden Körper, und als solchen haben wir jeden wahrnehmbaren Gegenstand aufzufassen, auf das Auge gelangen, in diesem so weiter geleitet werden, dass sie auf den Sehnerv wirken und dem Gehirn übermittelt werden können. Dabei ist natürlich durchaus nothwendig, dass ein möglichst correctes Bild von der Aussenwelt entworfen wird, und wir haben in diesem Bilde zum Theil die Form der äusseren Gegenstände, die

Farbe derselben und gleichzeitig auch die Dimensionen, also Länge, Breite und Tiefe genau aufzufassen. Dass die Vorgänge, welche sich hierbei abspielen, nicht einfach sind, wird einem Jeden sofort einleuchten. Die verschiedene Helligkeit der Aussendinge, ihre verschiedene Entfernung und Dimension und ihre Färbung muss möglichst vollkommen empfunden werden, es werden also alle die oben besprochenen einzelnen Theile des Auges gleichzeitig nebeneinander wirken, und dabei können wir noch nicht einmal sagen, ob unser Auge wirklich eine vollständig correcte Wiedergabe der um uns herum befindlichen Gegenstände liefert, ja wir wissen sogar mit ziemlicher Gewissheit, dass dies nicht der Fall ist, denn eine Anzahl von Lichtstrahlen können wir mit unserem Auge nicht empfinden, trotzdem dass sie mit andern Instrumenten, z. B. mit dem Thermometer, oder mit verschiedenen Reagentien nachweisbar zu machen sind. Was vom Lichte gilt, gilt auch von der Gestalt der Aussenwelt und von der Färbung der einzelnen Gegenstände in derselben. Es ist gewiss, dass verschiedene Menschen ganz verschiedene Bilder erhalten werden, brauchen wir doch nur an die Kurzsichtigkeit und Uebersichtigkeit, an die Farbenblindheit und an das Auflösungsvermögen der verschiedenen Augen zu erinnern.

Bei unsern Betrachtungen über die Vorgänge im Auge selbst und über die Veränderungen, welche die Lichtstrahlen in ihm erfahren, haben wir einzelne Voraussetzungen zu machen: wir müssen annehmen, dass sämmtliche von aussen kommende Lichtwellen in ganz bestimmter Richtung, und zwar senkrecht zur Achse des Auges, auf das letztere einwirken; wir müssen fernerhin annehmen, dass die beiden Augen gleichzeitig sehen und die Sinneseindrücke von einem bestimmten Gegenstande zur selben Zeit den Sehnerven übermitteln; endlich müssen wir bedenken, dass die einzelnen Farben, welche von dem Gegenstande in unser Auge fallen, nicht alle gleich scharf und gleichzeitig nebeneinander zur Empfindung gelangen, sondern dass bei der Wahrnehmung verschieden gefärbter Objecte unrichtige Vorstellungen von den einzelnen nebeneinander liegenden Farben bei uns entstehen.

Wenn man einen Vergleich des Auges mit einem bekannten Instrumente ziehen will, so lässt sich dies am besten mit einem photographischen Apparate bewerkstelligen. Das Linsensystem, welches sich vorn an einem solchen befindet, ist den verschiedenen lichtbrechenden Theilen des Augapfels, also der Hornhaut und der Krystalllinse, gleich zu setzen, die verschieden weiten Blenden, welche der Photograph zwischen die Linsen einschaltet, werden in

dem Auge durch die Regenbogenhaut dargestellt, die Platte endlich, welche der Photograph hinten in seinen Apparat schiebt, entspricht der Retina und der in und um dieselbe befindlichen Substanz, die wir noch besprechen müssen. Beim photographischen Apparate kann aber gleichzeitig nur ein Bild erzeugt werden und später zur Wahrnehmung gelangen, beim Auge erzeugen sich fortwährend verschiedene Bilder, und insofern weicht dasselbe noch wesentlich von einem solchen künstlichen Apparate ab.

Um uns nun den Gang der Lichtstrahlen im Auge klar zu machen, wird es gut sein, den einfachsten photographischen Apparat etwas näher zu betrachten und uns den Gang der Lichtstrahlen in demselben genauer anzusehen. In Fig. 37 ist ein einfacher photographischer Apparat schematisch dargestellt. *l* bezeichnet die dem zu photographirenden Gegenstande zugewendete Glaslinse. Dieselbe besteht nicht, wie wir es in unserer Figur dargestellt haben, aus

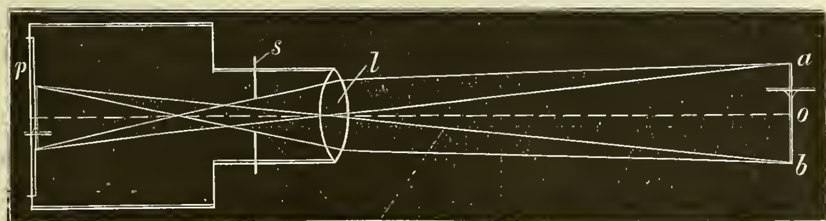


Fig. 37.

einem einfachen linsenförmigen Glase, sondern sie wird in Wirklichkeit aus mehreren verschiedenen Theilen zusammengesetzt, welche wir aber hier nicht näher zu besprechen brauchen. Bei *p* ist die photographische Platte eingeschaltet gedacht; vorn vor dem Apparate liegt der Gegenstand *o*, welcher photographirt werden soll. Von dem Gegenstande *o* gehen nun Strahlen in der verschiedensten Richtung zu der Linse *l*. Wir wollen nur einige derselben näher betrachten, zunächst den Strahl, welcher von der Mitte des Objects genau durch die Achse der Linse hindurchgeht. Dieser Strahl geht, ohne weitere Umänderungen zu erfahren, geradlinig vom Ausgangspunkte zur Linse, verläuft dann in der gleichen Richtung durch diese hindurch und geht geradlinig zur Platte *p* über. Der Strahl, welcher von dem Punkte *a* des Objects ausgeht, trifft die vordere Linsenfläche unter einem stumpfen Winkel, er wird von dieser Fläche nun nicht mehr in derselben Richtung durch die Linse hindurchgeleitet, sondern die Linse lenkt ihn von seiner Richtung ab, weil die Masse der Linse den Lichtwellen einen andern Widerstand entgegensetzt

als die vor der Linse befindliche Luft, der Strahl wird gebrochen, wie wir es bezeichnen, und zwar in der angegebenen Richtung nach unten, er kreuzt die geradlinig verlaufenden, in der Achse der Linse liegenden Lichtstrahlen und tritt unterhalb derselben auf die photographische Platte über. In derselben Weise wird der Lichtstrahl, welcher vom Punkte *b* auf die Linse fällt, nach oben zu abgelenkt, er schneidet ebenfalls die in der Linsenachse verlaufenden Strahlen und tritt über diesen auf die Platte. Sämmtliche von den zwischen *a* und *b* liegenden Punkten ausgehende Lichtstrahlen werden nun von der Linse so gebrochen, dass die von dem oberen Theile des Objects unter die Linsenachse fallen, während die von dem unteren Theile oberhalb derselben wahrzunehmen sind. Sämmtliche Lichtstrahlen vereinigen sich dann in den richtigen Abständen auf der photographischen Platte und erzeugen hier ein Bild, welches aber nicht wie das des Objects aufrecht steht, sondern umgekehrt erscheint. Wenn wir also das Bild auf der Platte betrachten, so gewahren wir, dass es den Gegenstand verkehrt wiedergibt; der obere Theil desselben erscheint nach unten gelegen, der untere nach oben, die rechtsseitigen Theile nach links herübergerückt, die linksseitigen nach rechts. Wenn also der Photograph seine besonders präparirte, empfindliche Platte an dieser Stelle einschiebt und das Licht, welches von dem Objecte kommt, eine Zeit lang auf diese Platte wirken lässt, so erhält er ein umgekehrtes Bild von dem Objecte, resp. der Person, welche er photographirt hat. Solche umgekehrte Bilder werden in der That auch hergestellt und waren früher die einzigen Photographien, welche man herzustellen vermochte, heute noch sieht man auf Jahrmärkten u. s. w. diese einfachen photographischen Apparate und man bekommt das Bild, welches auf der Platte direct entworfen wurde, und gewahrt an demselben leicht, dass die rechte Seite nach links und die linke Seite nach rechts gekehrt erscheint. Wie es der Photograph anstellt, um das Bild, welches er auf seiner Platte bekommen hat, in der richtigen, dem betreffenden Gegenstande genau entsprechenden Weise wiederzugeben, kann hier nicht näher besprochen werden. Um nun die von den Seiten kommenden störenden Lichtstrahlen abzuschneiden, schiebt der Photograph hinter der Linse die Blende *s* ein; diese Blende wird so gestellt, dass möglichst nur die Strahlen, welche vom Objecte kommen, durch die Blende weitergehen können, während alle über und unter dem Objecte gelegenen abgesperrt werden und infolge dessen nicht wirksam sein können. Es ist bekannt, dass von verschiedenen, entfernt liegenden Gegenständen ver-

schiedene Bilder auf der Platte erzeugt werden, und wir bezeichnen dies gewöhnlich dadurch, dass wir sagen, nur ein Gegenstand oder besser nur eine Fläche erscheint auf der Photographie vollständig scharf, während alle vor und hinter dieser liegenden Theile undeutlich zu Tage treten. Wenn der Photograph Objecte aufnehmen will, welche vor oder hinter dem von uns gedachten Objecte *o* liegen, so muss er die Linse verschieben, d. h. er muss den Abstand zwischen Linse und Platte verschieden gross machen oder er muss verschieden starke Linsen an Stelle der gedachten einschalten, und zwar muss er für fern liegende Gegenstände eine schwächer gekrümmte Linse nehmen, für nahe liegende Gegenstände eine stärker gekrümmte. Warum dies geschieht, kann an dieser Stelle nicht auseinandergesetzt werden, weil sonst eine grosse Anzahl optischer Gesetze in Betracht gezogen werden müssten.

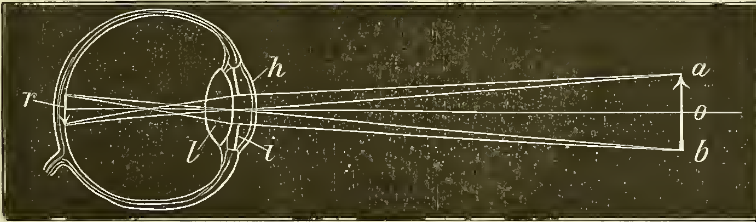


Fig. 38.

Gang der Lichtstrahlen im Auge (Schema). *a b* das zu sehende Object, *r* Bild desselben auf der Netzhaut, *o* Augenachse, *h* Hornhaut, *l* Iris, *i* Linse.

In unsern Augen haben wir nun einen genau ebenso wirkenden Apparat vor uns, wie der Photograph in seinem Apparate. An Stelle der Linsen gebrauchen wir die Hornhaut und die Krystalllinse, als Platte dient uns die Retina, als Blende die Iris, und um nun verschieden entfernte Gegenstände gleich scharf wahrnehmen zu können, ist in unsern Augen die Einrichtung getroffen worden, dass wir verschieden stark gekrümmte Linsen sofort einschalten können, was dadurch geschieht, dass wir im Stande sind, die Gestalt der Krystalllinse sehr schnell zu wechseln, sie zu verdicken oder ihren Durchmesser zu verkürzen. Endlich erscheint es auch wahrscheinlich, dass die hintere Augenfläche der vorderen um ein Geringes genähert und ebenso von ihr entfernt werden kann. Wie dies Alles möglich ist, haben wir nun zu besprechen. Wie schon bemerkt wurde, liegt die Hornhaut des Auges stark vorgewölbt auf der harten Haut und bildet den vordersten Theil des Augapfels, welcher also zunächst die Lichtstrahlen auffängt. Hinter der Horn-

haut ist die vordere Augenflüssigkeit; dieselbe besitzt dem Licht gegenüber ein gleiches Verhalten[1]) wie die Hornhaut selbst, sie ist für das Licht von derselben Dichtigkeit wie diese, und infolge dessen geht ein Lichtstrahl, welcher durch die Hornhaut gekommen ist, ungehindert von derselben in der gleichen Richtung durch die vordere Augenkammer hindurch. Da die Hornhaut vorn stark gekrümmt ist, wirkt sie wie eine Glaslinse, d. h. sie lenkt parallel auf sie von aussen einfallende Strahlen derartig ab, dass sich die vom Rande kommenden Strahlen hinter ihr schneiden. Gleich an die vordere Augenkammer setzt sich die Krystalllinse an, welche uns ganz eigenthümliche Verhältnisse zeigt. Auf die Structur derselben können wir nicht näher eingehen, sondern es muss genügen zu bemerken, dass sie aus Zellen, deren Inhalt aber vollständig klar wird, hervorgegangen ist. Diese Krystalllinse ist nicht vollständig regelmässig gebaut, sondern sie erscheint auf der vorderen Fläche weniger stark gekrümmt als auf der nach hinten gelegenen. Wenn wir sie genau betrachten, so finden wir, dass sie sich von den umliegenden hellen Augenflüssigkeiten sofort durch ihren eigenthümlichen Glanz abhebt; man erkennt ihre Gestalt innerhalb der betreffenden Medien sehr leicht, und dies rührt daher, weil sie das Licht nicht in derselben Weise weiter leitet, wie es von der Flüssigkeit der vorderen Augenkammer und dem Glaskörper geschieht, sondern dass sie den Lichtstrahlen einen stärkeren Widerstand entgegensetzt und sie infolge dessen ablenkt oder bricht. Diese Brechung geschieht ganz ebenso wie die der Hornhaut nach innen, sodass also Lichtstrahlen, welche parallel auf das Auge fallen, zu einem Kegel im Innern des Auges hinter der Linse vereinigt werden; die Grundfläche des Kegels liegt in der Linse, die Spitze eines solchen Lichtkegels würde in der Achse des Auges weiter nach hinten liegen. Der Glaskörper, welcher hinter der Linse liegt, lässt die Lichtstrahlen ungehindert weitergehen. Betrachten wir also ein Bündel Lichtstrahlen, welches von irgend einem Gegenstande aus in das Auge eindringt, so finden wir, dass die vordere Hornhautfläche nach Art einer Linse wirkt und von dem Gegenstande ein Bild erzeugt, welches ungefähr 10 Mm. hinter der vorderen Fläche der Hornhaut gelegen ist. Die auf diese Weise schon gebrochenen Strahlen werden nun durch die stärkere lichtbrechende Linse noch weiter angeregt und, falls das Object unendlich weit entfernt ist, im Brennpunkte des Linsensystems vereinigt.

---

1) Das Ablenkungsvermögen oder Brechungsvermögen der Hornhaut, der wässerigen Flüssigkeit und des Glaskörpers ist für alle drei Theile fast genau dasselbe und ausserdem gleich dem des Wassers.

In diesem Brennpunkte kreuzen sich die Strahlen und gehen dann weiter nach dem Grunde des Augapfels, nach der Retina zu, wo sie von dem Gegenstande ein umgekehrtes Bild entwerfen. Den Punkt, wo sich die Randstrahlen von einem Bilde in der Achse des Auges kreuzen, bezeichnet man als Knotenpunkt für die Strahlen. Es liegt dieser Knotenpunkt im Innern des Augapfels ungefähr 7 Mm. vom vordersten Punkte der Hornhaut und 15 Mm. von der Netzhaut entfernt. Wenn man nun ein Bild, welches im Auge entsteht, construiren will, so zieht man einfach vom Rande des zu sehenden Gegenstandes gerade Linien durch den Knotenpunkt hindurch, diese Linien werden in ihrer Verlängerung die Netzhaut treffen, dort, wo dieses stattfindet, liegt das Bild, welches das Auge aufzunehmen hat (s. Fig. 38). Nach den optischen Gesetzen, wie wir sie oben kurz besprochen haben, kann nun aber ein Bild von einem Gegenstande in verschiedener Entfernung vom Knotenpunkte entstehen, wenn die Gegenstände näher oder ferner liegen. Es kommt nun aber darauf an, das Bild stets vollständig scharf auf der Netzhaut zu erzeugen, daher müssen Einrichtungen getroffen werden, welche für nahe und entfernte Gegenstände derartig angepasst sind, dass die Bilder, die von diesen im Auge erzeugt werden, alle auf der Netzhaut entstehen. Wir nennen den Apparat, welcher hierfür vorhanden ist, den Anpassungsmechanismus oder Accommodationsapparat. Dieser liegt an der Linse und bewirkt durch seine Thätigkeit eine bei verschieden weitem Sehen fortwährende Veränderung des Linsendurchmessers.

Wenn wir das Auge fest für mittelweit entfernte Gegenstände eingestellt denken und dann einen naheliegenden Gegenstand betrachten, so entwirft derselbe in unserem Auge ein Bild, welches hinter der Netzhaut gelegen ist, also auf der Netzhaut nur undeutlich zu Tage treten kann. Betrachten wir gleicherweise einen fernliegenden Gegenstand, so erzeugt derselbe ein Bild, welches vor der Netzhaut gelegen ist, also ebenfalls nicht auf der Netzhaut scharf zu Tage tritt. Es muss daher für das Sehen in der Nähe eine stärkere Linse eingeschaltet werden, welche das Bild weiter nach vorn zu rückt oder auf der Netzhaut entwirft. Für das Sehen in die Ferne muss eine schwächere Linse in Anwendung gebracht werden. Durch dieselbe wird dann das Bild weiter nach hinten verlegt, d. h. auf die Netzhaut gebracht. Diese Einschaltung von neuen Linsen geschieht dadurch, dass durch den Accommodationsapparat die Form der Linse verändert wird, dieselbe wird zu einer stärkeren oder schwächeren umgewandelt.

Für gewöhnlich ist das Auge auf das Sehen in die Ferne eingestellt, die Krystalllinse besitzt zwei nur wenig gekrümmte Flächen, und alle nahen Gegenstände, auf welche man ein so eingestelltes Auge richtet, werden Bilder erzeugen, welche hinter der Netzhaut liegen, also nicht deutlich gesehen werden können. Will man nun plötzlich aus weiter Ferne in nächste Nähe sehen, so muss die Linse verstärkt werden, d. h. ihre beiden Flächen müssen mehr gewölbt und dadurch die Dicke der Linse vergrössert werden. Dies geschieht dadurch, dass sich der Ringmuskel, welcher um die Linse herumliegt, zusammenzieht, es wird dann eine feine Haut, welche um die ganze Linse herum gelegen ist und mit diesem Muskel in Verbindung steht, in einen Zustand der Erschlaffung gesetzt, und das elastische Linsengewebe, welches fortwährend das Bestreben besitzt, sich auszudehnen, wölbt sich nach vorn und hinten stärker hervor, es erzeugt also eine Linse, welche den oben besprochenen Anforderungen entspricht und von einem naheliegenden Gegenstand ein Bild erzeugt, welches nun nicht mehr hinter der Netzhaut, sondern auf derselben zu Tage tritt. Sehen wir aus der Nähe in die Ferne, so stellt der Ringmuskel seine Zusammenziehung ein, die unter dem Ringmuskel liegende elastische Zone dehnt sich wieder aus, sie zieht dabei das Linsengewebe zusammen, die Linse wird dadurch dünner und das Bild, welches von dem entfernten Gegenstande entworfen wird, gelangt auf die Netzhaut. Gleichzeitig wird wahrscheinlich auch der hintere Augengrund der Linse etwas genähert oder von ihr entfernt, je nachdem das Bild vor oder hinter der Netzhaut entworfen wird.

Augen, welche nicht im Stande sind, ihre Linse derartig abzuflachen, dass fernliegende Gegenstände gesehen werden können, bezeichnet man als kurzsichtige. Bei diesen Augen ist die Linse zu stark gewölbt; es wird daher, um die schädliche Wirkung aufzuheben, künstlich ein Apparat angesetzt, welcher Bilder erzeugt, die hinter die Netzhaut fallen würden; es ist dies die sogenannte Concavbrille, also eine mit nach innen gewölbten Flächen versehene Glaslinse. Bei fernsichtigen Augen kann der Linse die für das Sehen in der Nähe erforderliche Dickezunahme nicht gegeben werden, die Linse bleibt verhältnissmässig flach und naheliegende Gegenstände erzeugen daher Bilder, die hinter die Netzhaut fallen. Um dies zu corrigiren, muss eine Linse für das Auge gebraucht werden, welche die Bilder weiter nach vorn rückt, dies thut aber eine doppelt nach aussen gewölbte, sogenannte Convexbrille und sie wird in der That bei Fernsichtigkeit angewandt. Im Alter werden die Augen meist fernsichtig, weil der Ringmuskel erschlafft und sich nicht mehr in

der nöthigen Weise zusammenziehen kann, weshalb dann auch die Linsenflächen schwächer gekrümmt erscheinen; um diesen Fehler zu corrigiren, müssen die Doppelconvexbrillengläser in Anwendung gebracht werden.

Bei kurzsichtigen Augen hat eine Ueberreizung und infolge dessen zu starke Anspannung des Ringmuskels stattgefunden. Wenn nun der betreffende Mensch älter wird, so lässt nach und nach die allzustarke Wirkung des Muskels nach und es ereignet sich, dass eine Person, welche in jungen Jahren kurzsichtig gewesen ist, im Alter wieder normalsichtig wird, also scheinbar besser zu sehen vermag. Näher können wir auf die verschiedenen Erscheinungen beim Sehen nicht eingehen, es kann bloss noch bemerkt werden, dass wir selten vollständig scharfe Bilder gewahren, sondern dass uns alle Gegenstände mehr oder minder an ihren Rändern verschwommen erscheinen, was darin seinen Grund hat, dass die Lichtstrahlen an diesen Rändern verschieden gebrochen werden und so nicht vollständig klar von uns aufgefasst werden können.

Wenn wir weiterhin den Process des Sehens verfolgen, so haben wir zunächst diejenigen Vorgänge in das Auge zu fassen, die sich innerhalb der Netzhaut abspielen und die für die Entstehung eines Bildes und verschiedener aufeinander folgender Bilder von der allergrössten Bedeutung sind. Wir haben in dem Vergleiche des Auges mit einem photographischen Apparate die Netzhaut mit der chemisch präparirten Glasplatte verglichen, welche der Photograph in seinen Apparat dort einschiebt, wo von den vorn liegenden Linsen ein scharfes Bild von einem bestimmten Gegenstande erzeugt wird. Dieser Vergleich ist um so zutreffender, als sich in der Retina ein Stoff befindet, der ganz ähnlich so durch die Lichtstrahlen verändert wird wie der Ueberzug, welchen der Photograph auf seiner Platte hergestellt hat.[1])

---

1) Der Ueberzug besteht aus Silbersalzen (Brom- und Jodsilber), welche durch Lichtstrahlen derartig verändert werden, dass verschiedene Flüssigkeiten nicht mehr im Stande sind, diese Salze aufzulösen. Ganz weisse Stellen des Bildes werden den Ueberzug am stärksten verändern, schwarze Stellen am schwächsten. Wenn nachher der Photograph die Platte mit verschiedenen Reagentien (Lösung von unterschwefligsaurem Natron z. B.) behandelt, so werden die Stellen gelöst, auf denen die dunklen Partien des Bildes geruht hatten, während diejenigen, die unter den weissen und hellen Stellen gelegen waren, keine weiteren Umformungen erfahren. Hält man dann eine so präparirte Glasplatte gegen das Licht, so erscheinen die weissen Theile des aufzunehmenden Gegenstandes schwarz, die schwarzen Theile aber weiss. Der Photograph bezeichnet diese Platte daher als Negativplatte.

Man hat diesen Stoff wegen seiner Farbe als Sehpurpur bezeichnet und hat gefunden, dass die Bilder, welche durch die Linse auf der Netzhaut entworfen werden, den Sehpurpur chemisch verändern, und zwar muss dies natürlich mit grösster Geschwindigkeit vor sich gehen, denn sowie ein altes Bild durch ein neues ersetzt wird, muss ja der Reiz oder die Einwirkung auf den Sehpurpur aufgehoben werden und an die Stelle der ersten Wirkung die zweite treten. Die Bilder, welche im Sehpurpur erzeugt werden, zerstört das Licht sofort wieder. Wenn man daher physiologisch diese Vorgänge nachweisen will, so muss man ein lebendes Thier, z. B. ein Kaninchen, schnell enthaupten, das Auge gegen ein helles Kreuz auf dunklerem Grunde halten, dann sofort das Auge von allem Licht absperren und nun im Dunklen bei künstlicher Beleuchtung die Veränderungen in der Netzhaut nachweisen. Dabei gewahrt man denn, dass, wenn das Kreuz aufrecht stand, das Bild, welches auf der Netzhaut hervorgerufen wird, verkehrt steht.

Dass ein Bild noch lange im geschlossenen Auge vorhanden bleibt, dafür spricht auch der Umstand, dass ein längere Zeit fixirter heller Gegenstand beim plötzlichen Schliessen der Augen noch gesehen wird, jedoch nicht hell, sondern dunkel auf hellem Grunde. Betrachtet man z. B. längere Zeit ein stark beleuchtetes Fenster aus dem Hintergrunde des Zimmers und schliesst dann plötzlich die Augen, so hat man noch die Empfindung, als ob man ein helles Kreuz auf dunklem Grunde sähe. Diese Eigenschaft wird zu verschiedenen optischen Spielereien verwandt, wir können jedoch auf dieselbe an dieser Stelle nicht näher eingehen.

Die Umwandlungen, welche der Sehpurpur erfahren hat, wirken nun auf die innerste Schicht der Retinazellen, auf jene Theile, welche wir als Stäbchen und Zäpfchen dieser Sinnesepithelzellen kennen gelernt haben. Die Stäbchen pflanzen den auf sie ausgeübten Reiz auf die mit ihnen in Verbindung stehenden Nervenzellen fort, diese Nervenzellen übermitteln das Bild den Nervenfasern, die Nervenfasern leiten es durch den Sehnerv nach dem Gehirn, wo es zur Empfindung gebracht wird. Es sind nur ganz bestimmte Theile des Gehirns, durch welche man die Vorstellung von Gesichtseindrücken erhält; werden dieselben künstlich oder durch Gehirnleiden zerstört, so tritt Erblindung ein, ohne dass die Augen selbst äusserlich und innerlich nachweisbar verändert wären.

Auf welche Weise das Sehen der Farben zu erklären ist, vermögen wir nicht genauer zu sagen. Es lässt sich das Auge auf die Empfindung und Sichtbarmachung der Farben derartig anpassen, dass

gewisse Individuen, welche sich nach dieser Richtung hin geübt haben, Tausende von Farbennüancirungen zu unterscheiden vermögen, kleine Schattirungen, welche den meisten Menschen vollständig unsichtbar sind.

Unter Farbenblindheit versteht man den Mangel des Auges, gewisse Farben zur Wahrnehmung bringen zu können. Bekanntlich unterscheidet man drei Grundfarben, blau, grün und roth, durch deren Mischung alle andern Farben hervorgebracht werden. Wir müssen annehmen, dass im Auge für diese drei Grundfarben verschiedene Stäbchen oder Zäpfchen vorhanden sind; wenn nun z. B. diejenigen Zäpfchen fehlen, welche die rothen Lichtstrahlen percipiren, so wird dadurch Alles, was einem normalen Auge roth erscheint, grünlich oder wenigstens mit einem Stich in das Grüne wahrgenommen werden. Solche Individuen sind dann nicht im Stande, grüne und rothe Farben nebeneinander zu unterscheiden. Derjenige, bei dem das Empfindungsvermögen für grüne Lichtstrahlen fehlt, wird Alles roth sehen und ebenso wenig wie der Rothblinde grün und roth voneinander zu unterscheiden vermögen. Nur sehr selten kommt es vor, dass ein Mensch für die blauen Strahlen unempfindlich ist. Fälle solcher Blaublindheit sind bis jetzt nur wenige Male zur Beobachtung gelangt.

Die Farbenzerstreuung im Auge. Die verschiedenen Farben werden nicht alle in derselben Weise vom Auge aufgenommen und von den lichtbrechenden Theilen desselben in gleicher Weise abgelenkt, sondern es tritt der Umstand ein, dass die rothen Lichtstrahlen weniger stark gebrochen werden als die violetten. Wenn wir daher blaue und rothe Felder nebeneinander legen und betrachten, so fällt das Bild des rothen Feldes unter Umständen hinter die Netzhaut, das des blauen oder violetten Feldes vor die Netzhaut. Betrachten wir z. B. in einem dunklen Schirme einen kleinen kreisförmigen Ausschnitt, durch welchen gleichzeitig rothes und blaues Licht einfällt, so erscheint dieser Kreis an den Rändern niemals scharf, sondern in kurzer Entfernung betrachtet als ein violetter Punkt, welcher von einem rothen Zerstreuungskreise umgeben wird. Betrachten wir den kleinen Kreis aus weiter Entfernung, so erscheint er als rother Punkt mit violettem Randkreise. Nur in einer Entfernung, wenn die beiden Bilder sich decken, bemerken wir, dass der Kreis zwar an den Rändern nicht scharf, sondern etwas erweitert, aber sonst purpurroth erscheint. Lassen wir weisses Licht durch eine solche Oeffnung fallen, so gewahren wir, dass die Ränder der Oeffnung entweder bläulich- oder röthlichweiss gefärbt sind.

Die einfarbige Abweichung hat darin ihren Grund, dass Strahlen von einfarbigem Lichte, welche von einem Punkte ausgehen, nicht wieder in einem Punkte vereinigt werden. Infolge dessen glaubt man stark beleuchtete helle Flächen auf dunklem Grunde grösser zu sehen, als sie in Wirklichkeit sind. Dies ist leicht durch das bekannte Experiment nachzuweisen, dass man zwei gleich grosse Quadrate, von denen das eine weiss auf schwarzem Grunde und das andere schwarz auf weissem Grunde ist, gleichzeitig betrachtet und miteinander vergleicht, es wird dann das weisse Quadrat auf schwarzem Grunde erheblich grösser erscheinen als das schwarze Quadrat auf weissem Grunde; am auffälligsten ist dieser Unterschied dann, wenn man die beiden Quadrate nicht scharf fixirt, sondern nur oberflächlich auf dieselben hinsieht.

Ausserdem werden die Bilder, welche auf der Netzhaut entstehen, unter Umständen noch durch verschiedene äussere Einwirkungen getrübt. Die brechenden Theile des Auges sind nämlich nicht immer vollständig wasserklar, sondern es befinden sich in ihnen unter Umständen kleine, undurchsichtige oder getrübte Körperchen, dieselben werfen natürlich auf die Netzhaut Schatten und stören dadurch die Schärfe des Bildes. Häufig ziehen über die Vorderfläche der Hornhaut kleine Theilchen, welche durch die Bewegung der Augenlider und der unter diesen befindlichen Thränenflüssigkeit zum Schwimmen gebracht werden und die aus feinem Staub, der auf das Auge gelangt ist, aus verbrauchten und undurchsichtig gewordenen Zellen der Schleimhaut der Augenlider u. s. w. bestehen. Ebenso finden sich in der Linse und im Glaskörper undurchsichtige Punkte, welche Schatten auf die Netzhaut werfen; die des Glaskörpers laufen ziemlich schnell durch denselben hin, sie erscheinen meist als Kreise oder perlschnurartige Gebilde; nach ihrer Bewegung hat man sie als fliegende Mücken bezeichnet. Besonders treten diese störenden Erscheinungen auf der Netzhaut ein, wenn man nahe liegende und hell leuchtende Punkte betrachtet, weil dann der Schatten, welchen die Fremdkörperchen erzeugen, ein möglichst grosser wird.

Wir haben schon erwähnt, dass die in der Achse des Auges liegende und als gelber Fleck bezeichnete Stelle am deutlichsten zu sehen vermag, während an der Stelle, wo der Sehnerv eintritt, keine Gesichtsempfindung vorkommen kann, wir bezeichnen daher diese Stelle als blinden Fleck. Der Sehnerv liegt nach unten und innen vom gelben Fleck aus, wenn wir das Auge von vorn betrachten. Da nun alle Bilder umgedreht werden, so werden wir in dem Gesichtsfelde, d. h. also in der Fläche, welche wir mit einem Auge gleich-

zeitig übersehen können, an der Stelle eine Lücke haben, von welcher die Lichtstrahlen auf die Eintrittsstelle des Sehnerven fallen. Diese Stelle ist scheinbar nach aussen und unten gelegen, für das rechte Auge liegt sie nach links und etwas nach unten, für das linke Auge nach rechts. Die nachstehende Figur dient zur Sichtbarmachung des todten Fleckes im Auge. Wenn man nämlich das linke Auge zuhält, das links gelegene Kreuz mit dem rechten Auge fixirt und nun die Figur ungefähr einen Fuss weit vom Auge entfernt, so verschwindet der schwarze Fleck vollständig, weil alle die Strahlen, welche von ihm ausgehen, nur auf die Eintrittsstelle des Sehnerven geworfen werden.

Wenn wir nur ein Auge zum Sehen gebrauchen, so erscheint uns die Aussenwelt meist nicht körperlich, sondern auf einer Fläche, welche in der Entfernung vom Auge sich befindet, für welche dasselbe eingestellt ist. Wir sehen dann die Dinge um uns herum unge-





Fig. 39.

fähr in derselben Weise, wie sie uns auf einer Photographie entgegentreten. Das Sehfeld eines Auges ist nicht eine ebene, sondern eine gebogene Fläche, es ist ungefähr kreisförmig begrenzt, jedoch an der Innenseite durch die vorspringende Nase etwas abgeschnitten. Wenn wir körperlich sehen wollen, so müssen wir beide Augen in Anwendung bringen, jedes Auge gibt natürlich von der Aussenwelt ein von dem andern verschiedenes Bild, was man für nahe liegende Gegenstände ohne weiteres ausprobiren kann. Betrachten wir z. B. einen Würfel, der in einer Entfernung von ungefähr 2 M. vor uns steht und eine Kante nach uns gerichtet zeigt, zunächst mit dem linken Auge, so erscheint die links gelegene Fläche des Würfels grösser als die rechts gelegene; betrachten wir ihn mit dem rechten Auge allein, so tritt das Umgekehrte ein, wir haben also zwei ganz verschiedene Bilder von dem Würfel in unserem Auge und es kommt nun darauf an, diese Bilder miteinander zu verschmelzen, was uns auch ziemlich leicht gelingt; dann erst nehmen wir den Würfel als Körper wahr, d. h. wir sehen ihn nach drei Dimensionen hin, nach

der Höhe, der Breite und der Tiefe. Auf diesem Umstand beruht das Stereoskop, in welches ja auch Bilder eingeschoben werden, die sich nicht genau decken, welche aber dadurch, dass sie in den Augen übereinander gebracht werden, sofort körperlich erscheinen.

Alle diese Vorgänge gehen nun meist ganz ohne unsern Willen vor sich, wir können nur willkürlich accommodiren, während die Einwirkung auf der Retina, die Zusammenziehung der Iris vollständig unabhängig von unserem Willen vor sich gehen.

Gleichzeitig mit dem Sehen der Bilder finden auch die Bewegungen der Augen statt. Zum Theil sind diese Bewegungen unserem Willen unterworfen, zum Theil aber auch unabhängig von demselben, indem wir z. B. nicht willkürlich das eine Auge nach oben, das andere Auge nach unten richten können. Sowie wir in die Ferne sehen, rücken die beiden Augen seitlich auseinander, sie werden divergent, sehen wir in die Nähe, so rücken sie zusammen, sie werden convergent, und dies Convergiren und Divergiren erfolgt vollständig unabhängig von unserem Willen, es tritt einzig und allein dadurch auf, dass wir den um die Linse herum befindlichen Ringmuskel zusammenziehen oder erschlaffen lassen.

Kinder vermögen anfänglich absolut nicht körperlich zu sehen, ebenso ist es denselben unmöglich, die Entfernung der Gegenstände abzuschätzen, dies ist eine Sache der Uebung und lernt sich erst verhältnissmässig schwer, ebenso wie das Taxiren der Grösse von entfernten Gegenständen; letzteres wird vollständig unmöglich, wenn wir nicht uns schon durch ihre Grösse bekannte Objecte zur Vergleichung heranziehen können. Es ist unmöglich, die Höhe eines auf einer Ebene stehenden säulenförmigen Gegenstandes von weitem zu taxiren, wenn nicht in seiner Umgebung Menschen oder uns ihrer Grösse nach bekannte andere Objecte vorhanden sind. Die Dimensionen der Sonne, des Mondes und der Sterne können wir mit unsern Augen niemals bestimmen, da wir zwischen ihnen keinen Gegenstand haben, welchen wir zur Vergleichung für die Grössenverhältnisse in Anwendung bringen könnten. Ein Kind wird sich auch über die Entfernung dieser hell glänzenden Gegenstände nicht klar werden, es legt sie zunächst in seine nächste Nähe und greift nach denselben, dann, nach einigen Fehlversuchen, sie zu erfassen, verlegt es sie in weitere Entfernung und erst verhältnissmässig spät lernt der Mensch, sich eine etwas richtigere Vorstellung von der Entfernung dieser Objecte zu machen.

Auf die Störungen, welche das Sehen erfährt und die in Fehlern

des Auges u. s. w. ihren Grund haben, kann hier nicht eingegangen werden, so interessant und wichtig auch dieser Gegenstand sein mag.

Das Gehörorgan.

Ebenso wie das Licht durch Wellenbewegungen auf gewisse Zellen unserer Augen übertragen wird und uns zur Empfindung gelangt, ebenso muss auch der Ton und Schall durch Wellenbewegungen auf gewisse Zellen unseres Körpers wirken, wenn wir ihn wahrnehmen sollen. Das Organ nun, welches dazu dient, die Schallwellen aufzufangen und uns mitzutheilen, bezeichnen wir als Gehörorgan. Es ist bekannt, dass als spezifisches Gehörorgan das Ohr dient, es muss aber bemerkt werden, dass auch Schwingungen, welche auf die übrige Körperfläche gelangen, zur Empfindung kommen können.

Beim Ohr unterscheiden wir nun drei verschiedene Theile, das äussere Ohr, das mittlere Ohr und den im Innern des Schädels gelegenen Theil des Gehörorgans. Das äussere Ohr dient dazu, die Schallwellen aufzufangen, das mittlere Ohr leitet diese Schallwellen durch eine Reihe von Apparaten weiter, im inneren Ohr endlich werden sie auf gewisse Sinneszellen übertragen, dann einem besonderen Nerv, dem Gehörnerv, übermittelt und durch diesen zum Gehirn geleitet. Wir werden gut thun, wenn wir die verschiedenen Theile des Ohres nebeneinander betrachten und gleich mit dem äusseren Ohre beginnen.

Das äussere Gehörorgan stellt sich als eine jederseits am Kopfe gelegene Oeffnung dar, um welche herum seine im Innern knorpeligen, muschelartigen Hülfsorgane gestellt sind, die sogenannten Ohrmuscheln. Die Gestalt der Ohrmuschel ist unregelmässig länglich, oben läuft sie in eine stumpfe Spitze aus, unten endigt sie mit dem häutigen Ohrläppchen. Aeusserlich ist der Rand, die sogenannte Leiste, eingeschlagen, gekrümmt, dort, wo sie vorn am Kopf angewachsen ist, geht eine tiefe Falte nach innen. Vor dieser liegt eine dicke Knorpelplatte, die sogenannte Ohrecke, welche die Oeffnung des Gehörgangs von vorn her etwas überragt.

Das Gewebe der Ohrmuschel besteht aus einem sehr elastischen Knorpel, welcher von Haut überzogen wird, unter der Haut treten an diesen Knorpel eine Reihe von Muskeln heran, durch welche das Ohr bewegt werden kann. Da wir aber für gewöhnlich diese Muskeln nicht zu benutzen pflegen, so werden sie bei den meisten Individuen nicht vollständig ausgebildet, sondern sind nur durch Sehnen repräsentirt. Dass aber diese Muskeln durch Uebung aus-

gebildet werden können, ist sicher constatirt worden, denn es gibt Personen, welche das äussere Ohr willkürlich bewegen können, entweder beide gleichzeitig oder abwechselnd bald das eine, bald das andere.

Warum die Ohrmuschel so gestaltet erscheint, vermögen wir nicht genau anzugeben, jedenfalls wird aber die eigenthümliche Gestalt derselben von einer gewissen Function abhängig sein. Die Hauptfunction der Ohrmuschel ist die, eine möglichst grosse Anzahl von Schallwellen aufzufangen und dem inneren Ohrtheile zuzuführen. Von der Grösse der Ohrmuschel, von ihrer Lage und Gestalt hängt zum Theil die Deutlichkeit des Hörens ab, unter Umständen versuchen wir sie dadurch zu vergrössern, dass wir die ebenfalls muschelförmig geformte Hand an dieselbe anlegen, oder wir klappen, um deutlicher hören zu können, den Ohrmuscheltheil etwas mehr nach vorn.

Von diesem äusseren Gehörorgantheile geht nun der äussere Gehörgang nach innen; es senkt sich derselbe in den Schädel ein, sodass man einen knöchernen Gang in der Schädelhöhle und einen diesem aufliegenden, inneren, knorpeligen Gang unterscheiden kann. Der letztere wird von der Haut, welche auch das äussere Ohr überzieht, bekleidet. Die äussere Haut wirkt schleimhautähnlich und scheidet fortwährend ein eigenthümlich fettiges Secret ab, das sogenannte Ohrenschmalz. Am Ende des Gehörgangs, welcher ungefähr $2^1/_2$ Mm. lang ist, zeigt sich die Haut eigenthümlich modificirt, sie verdünnt sich und geht mit einer Platte quer durch den Gehörgang hindurch, sodass sie denselben blind abschliesst. Dies Häutchen bezeichnen wir als Trommelfell, es bildet die Grenze des äusseren Ohres; wir haben es gleich noch weiter zu besprechen, denn es tritt mit wichtigen Theilen des mittleren Ohres in Verbindung und dient dazu, die durch die Ohrmuscheln an dem äusseren Gehörgange eintretenden Schallwellen möglichst vollständig und klar weiter zu leiten.

Das mittlere Ohr.

Die nun zu besprechenden Theile des Gehörorgans liegen im Innern des Kopfes, sie stehen nicht mehr direct mit der Aussenwelt in Verbindung, sondern nur durch einen noch zu erwähnenden Kanal mit der Nasen- und Rachenhöhle und auf diese Weise indirect mit der Aussenwelt. Zum mittleren Ohre zählen wir auch wieder eine ganze Reihe von Theilen, welche dazu bestimmt sind, die aufgenommenen Schallwellen weiter fortzuleiten und sie den inneren eigentlichen Hörtheilen zugängig zu machen. Das mittlere Ohr, welches wir auch als Pauke bezeichnen, bildet jederseits ein kleines

Säckchen oder eine kleine Höhle, die Paukenhöhle, welche nach vorn zu durch das Trommelfell begrenzt wird, von der aus nach unten und innen ein Kanal, die sogenannte Eustachische Röhre oder Tube, nach der Nasen- und Rachenhöhle hin geht.

In dieser Paukenhöhle liegen nun eine Anzahl von kleinen Gebilden, welche wir eigentlich bei dem Skelette hätten besprechen müssen, für die wir aber erst ein Verständniss bekommen, wenn wir sie im Zusammenhange mit dem Gehörorgane betrachten; es sind dies die sogenannten Gehörknöchelchen.

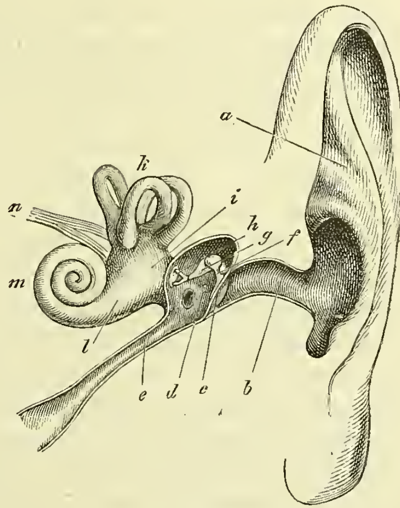


Fig. 40.

Gehörorgan des Menschen (linkes Ohr, von vorn gesehen, in natürlicher Grösse). *a* Ohrmuschel, *b* äusserer Gehörgang, *c* Trommelfell, *d* Trommelhöhle, *e* Ohrtrompete, *fgh* die drei Gehörknöchelchen (*f* Hammer, *g* Amboss, *h* Steigbügel), *i* Gehörschlauch, *k* die drei Bogengänge, *l* Gehörsäckchen, *m* Schnecke, *n* Gehörnerv. (Nach Häckel.)

Die Paukenhöhle liegt im Felsenbeintheile des Schläfenbeins, es bildet dieser Knochen hier eine unregelmässige Höhle, welche mit einer weiten Oeffnung vorn an den äusseren Gehörgang herantritt und mit einer engen Oeffnung zur Tube führt. Die vordere Oeffnung wird vollständig durch das Trommelfell abgeschlossen, und wollen wir zunächst diese der äusseren Haut angehörende Bildung besprechen.

Es besitzt dies Trommel- oder Paukenfell eine elliptische Gestalt, sein grösster Durchmesser beträgt ungefähr 10 Mm., seine Breite 9 Mm., die Dicke entspricht der eines sehr feinen Papiers, sie beträgt nur ein $^1/_{10}$ Mm. durchschnittlich. Die Farbe des Trommelfells ist grau oder röthlichweiss, stets zeigt sich dasselbe straff gespannt, besitzt aber eine grosse Elasticität. Die Lage des Trommelfells im Gehörorgane ist nicht parallel zur Achse des Körpers, sondern es ist das Trommelfell schräg seitlich nach unten und vorn geneigt. Wenn wir es genauer untersuchen, so finden wir, dass es aus drei sehr dünnen Hautplatten besteht. Nach dem äusseren Gehörgange zu wird es von einem dünnen Häutchen überzogen, welches die directe Fortsetzung der äusseren Haut bildet; unter diesem liegt eine Bindegewebsplatte, welche sich in ihrem ganzen Umfange an einen Knorpelring anheftet, der seinerseits wieder an der Wand des

Gehörgangs liegt und das gesammte Trommelfell im gespannten Zustande erhält. Die innerste, nach der Paukenhöhle zu gelegene Schicht des Trommelfells wird von einem feinen Schleimhäutchen dargestellt, welches mit dem inneren Ueberzuge der Paukenhöhle u. s. w. in directer Verbindung steht.

Man kann vom äusseren Gehörgange aus durch kleine Trichter und vermittelst eines Spiegels, des Ohrenspiegels, das Trommelfell genau betrachten, es stellt sich dann als eine glänzende, straff gespannte Haut dar, auf welcher man von oben nach der Mitte zu eine feine Leiste vorspringen sieht, die in der Mitte mit einer knopfförmigen Erhebung endet. Diese Leiste ist der schon äusserlich bemerkbare Theil eines der Gehörknöchelchen, welche wir nun zu besprechen haben werden.

Drei verschiedene kleine und verschieden geformte Knochen, welche in ähnlicher Weise und Ausbildung auch bei den höheren Wirbelthieren und Säugethieren vorhanden sind, liegen innerhalb der Paukenhöhle und bilden eine Brücke zwischen dem Trommelfell und den innerhalb der Schädelkapsel gelegenen innersten Gehörorganstheilen; man bezeichnet diese drei Knöchelchen nach ihrer Gestalt als Hammer, Amboss und Steigbügel.

Der Hammer ist derjenige, welcher dem Trommelfell direct aufliegt, es besteht derselbe aus einem unteren sogenannten Handgriffe, an denselben setzt sich nach oben zu eine knopfförmige Verdickung an, der Hammerkopf. Von der Mitte dieses Theils entspringt ein dünner länglicher Fortsatz nach vorn. Mit dem Handgriffe liegt nun der Hammer auf dem Trommelfelle an und ist zum Theil mit demselben verwachsen. Der Hammerkopf ragt nach oben in die Paukenhöhle hinein, während der lange dünne Fortsatz des Hammers an dem vorderen Rande des Trommelfells verläuft.

Mit dem Kopfe des Hammers steht das zweite Gehörknöchelchen, der sogenannte Amboss, in Verbindung. Der Amboss besitzt eine backenzahnähnliche Gestalt, er besteht auch aus einem grösseren Stücke, dem Ambosskopf, welcher sich dem Hammer anlegt und welcher sich an der andern Seite in zwei Zipfel auszieht, in die sogenannten Ambossschenkel. Der obere dieser Schenkel legt sich an die Wand der Paukenhöhle an, der untere Fortsatz springt, nachdem er sich dem Hammerstiele parallel gelagert hat, in die Paukenhöhle vor und trägt an seiner Spitze meist einen kleinen besonderen Knochen, das sogenannte Linsenbein, an welches sich das dritte Gehörknöchelchen, der Steigbügel, ansetzt. Dieser hat seinen Namen von der Gestalt, er besteht aus einer unteren breiteren Platte,

auf welcher sich zwei nach oben zu gekrümmte und miteinander verschmelzende Schenkel aufsetzen, welche an ihrer Vereinigungsstelle einen kurzen Fortsatz tragen, durch den die Verbindung mit dem Ambossstiele hervorgebracht wird. Die untere breite Platte des Steigbügels legt sich in eine Oeffnung, welche zu dem innersten Ohre führt, und verbindet so diesen Theil des Gehörorgans mit dem Trommelfell.

Von der Paukenhöhle gehen nach oben zu die sogenannten Zitzenzellen ab, dieselben stehen durch eine weite Oeffnung mit dem eigentlichen Paukenhöhlentheil in Verbindung, ihre Gestalt ist unregelmässig, es sind kleinere und grössere Höhlen, welche den sogenannten Zitzenfortsatz des Felsenbeins erfüllen.

Vom vorderen Theile der Paukenhöhle verläuft die schon erwähnte Eustachische Tube nach dem Nasenrachenraume zu. Es besteht die Wandung dieser Röhre zunächst aus einem Knochenkanal, der dem Schädel angehört, dann aus einer knorpeligen Röhre und endlich aus einem Schleimhäutchen, welches als Fortsetzung der Paukenhöhlenschleimhaut und der der Nasenrachenhöhle gelten kann. Die Gehörknöchelchen selbst sind durch Bindegewebe, sogenannte Bänder, miteinander verbunden und durch eben solche auch mit den Wandungen der Paukenhöhle in Verbindung gebracht.

An die Gehörknöchelchen gehen endlich noch eine Anzahl von Muskeln heran. Einer derselben, der sogenannte Hammermuskel oder Paukenfellspanner, verläuft vom oberen Theile der Eustachischen Röhre nach dem Hammerstiele hin, an welchen er sich mit einer Sehne ansetzt, er geht also schräg durch die Paukenhöhle hindurch; sowie er sich contrahirt, wird der Hammer nach unten und innen gezogen und dadurch tritt eine Spannung des Trommelfells ein. Ihm entgegen wirkt der sogenannte Erschlaffer des Trommelfells, welcher sich an den mittleren Theil des Hammers ansetzt, dann über dem Trommelfell verläuft und auf der entgegengesetzten Seite an der Paukenhöhle angeheftet ist. Sowie er sich anzieht, wird der Hammer wieder in seine ursprüngliche Lage zurückgebracht, wodurch dann das Trommelfell erschlafft. Ausserdem findet sich noch ein Muskel am Steigbügel; derselbe ist sehr klein, er inserirt sich an der einen Seite am hinteren Rande des Steigbügelkopfes und verläuft dann nach der Paukenhöhle hin, wo er sich innerhalb eines kleinen Vorsprungs derselben anheftet. Zwischen Hammer und Amboss findet eine echte Gelenkverbindung statt, ebenso zwischen Amboss und Steigbügel, während die Verbindung des Ambosses mit der Paukenhöhle und die des Steigbügels mit derselben nur durch

bindegewebige Massen erfolgt. Die ganze Paukenhöhle wird von einer dünnen Schleimhaut überzogen, welche auch die Gehörknöchelchen überzieht, sie springt mit einigen Falten in den Hohlraum der Pauke ein und bildet besonders hinter dem Trommelfelle einige sogenannte Taschen. Im Uebrigen ist die Paukenhöhle mit Luft erfüllt, an ihrer Wandung findet sich etwas Schleim; nur in krankhaftem Zustande ist sie mit wässeriger Flüssigkeit oder Eiter angefüllt.

Das innere Ohr.

Das innerste Ohr besteht aus einer Reihe von zusammenhängenden Theilen, welche einen eigenthümlichen Bau aufweisen, die man ihrer Gestalt nach als Labyrinth und Schnecke bezeichnet hat. Das Labyrinth liegt im Felsenbeine nach oben, die Schnecke nach unten und innen. Es besteht dies innerste Ohr aus einer Anzahl von Kanälen; man kann an diesen unterscheiden einen Vorhof, einige Bogen, die Schnecke und die sogenannten Wasserleitungen. Alle diese Theile stehen untereinander in Verbindung und liegen innerhalb einer sehr festen, harten Knochenmasse, welche ihrerseits wieder mit dem Felsenbeine mehr oder minder innig verschmolzen ist.

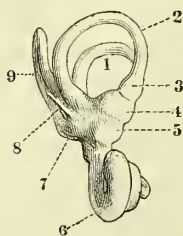


Fig. 41.
Ausguss des linksseitigen knöchernen Labyrinths. 1 seitlicher halbkreisförmiger Kanal des Labyrinths, 2 oberer, 3 gemeinsame Zusammentrittsstelle der beiden Kanäle, 4 elliptischer Hof, 5 runder Vorhof, 6 Schneckenausguss, 7 Anschwellung am unteren Theile des dritten Bogens, 8 Wasserleitung des Vorhofs als feiner Fortsatz nach vorn vorspringend, 9 innerer halbkreisförmiger Kanal. (Krause, Anat.)

Derjenige Theil, welcher sich an die Gehörknöchelchen ansetzt, ist der sogenannte Vorhof. Er liegt ungefähr in der Mitte dieses innersten Gehörorgans, von ihm gehen gleichsam die oben genannten Theile ab. Der Vorhof stellt sich als ein kleiner, rundlicher, etwas platt gedrückter Hohlraum dar. An der dem äusseren Ohr zugekehrten Seite desselben befindet sich eine kleine Oeffnung, das sogenannte ovale Fenster, in welches die Platte des Steigbügels eingelagert ist und das durch diese sowohl wie durch einen Knochenhautüberzug vollständig abgeschlossen wird. An den Vorhof schliessen sich einige kleinere Vertiefungen an, von denen die eine eine rundliche, die andere eine elliptische Gestalt hat. Weiterhin führen aus dem Vorhof die Oeffnungen in die Schnecke, in die Wasserleitung und fünf grössere Oeffnungen in die Bogengänge hinein.

Die Bogengänge oder halbkreisförmigen Kanäle werden durch drei nach oben gerichtete, stark gekrümmte Bogen dargestellt,

deren Wandung von sehr fester Knochenmasse gebildet wird und welche man in ihrer Gesammtheit als Labyrinth bezeichnet. Diese drei Bogen führen mit fünf Oeffnungen in den Vorhof ein, weil an einer Seite zwei derselben zum Theil miteinander verschmolzen sind. Ein Bogen steht senkrecht nach oben, ein anderer verläuft mehr wagerecht, der dritte endlich ist wieder mehr nach unten und senkrecht gerichtet.

Auch die Schnecke, welche vom unteren Theile des Vorhofs abgeht, wird äusserlich von einer spiralig gewundenen harten

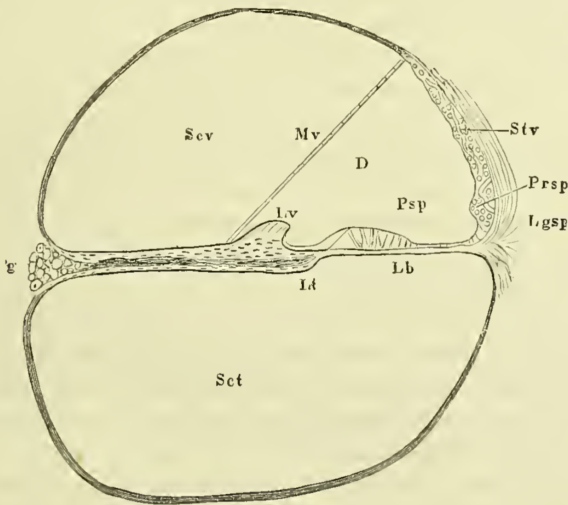


Fig. 42.

Querdurchschnitt durch die zweite Windung der Schnecke. *Scv* Hohlraum des Vorhoftheils der Schnecke, *Sct* Hohlraum des Paukenhöhlentheils, *g* Nervenknoten, von dem aus der Hörnerv als dunkler Strich nach innen verläuft, *D* Hohlraum des eigentlichen Schneckenkanals, *Lb* Grundmembran, auf welcher die eigentlichen Hörhaare aufsitzen, *Stv* Gefässgeflecht des Schneckenkanals, *Mv* Scheidewand des Schneckenkanals gegen den Hohlraum des Vorhofs. (Krause, Anat.)

Knochenmasse gebildet, sie zeigt im Innern einen spiralig um eine feste Achse gewundenen Gang, dessen feineren Bau wir gleich noch näher betrachten müssen. Der Kanal ist im Ganzen zwei und ein halb mal gewunden und wird seiner ganzen Länge nach durch ein in ihm verlaufendes spiraliges Blatt in zwei Abtheilungen getheilt. Mit der Paukenhöhle steht die Schnecke durch eine Oeffnung, das sogenannte runde Fenster, in Verbindung. Die sogenannten Wasserleitungen bestehen aus zwei einige Millimeter langen Kanälen, welche vom Labyrinth aus mit einer engen Oeffnung durch das Felsenbein hindurchtreten, sich dann allmählich erweitern und auf der Oberfläche des letzteren ausmünden.

Wenn wir nun die inneren und eigentlich wichtigen Theile des Gehörorgans ins Auge fassen, so finden wir, dass dieselben aus zarten, häutigen Kanälchen und Säckchen gebildet werden, welche untereinander in Verbindung stehen, die mit einer Flüssigkeit angefüllt sind und deren Wandungen jene die Schallwellen dem Gehirn übermittelnden Apparate tragen.

In den Bogengängen, welche von dem Vorhofe nach oben abgehen, liegt das sogenannte häutige Labyrinth, es besteht dasselbe aus einem runden und einem elliptischen Säckchen, dann aus drei halbkreisförmigen Kanälen und einigen kleineren feinen Röhrchen. Die Wandungen des häutigen Labyrinths sind äusserst zart, zum Theil legen sie sich an die Wandungen der knöchernen Bogengänge an, zum Theil sind sie nur durch Bindegewebe mit denselben locker verbunden. Aus dem sogenannten elliptischen Säckchen gehen nun die Bogengänge des häutigen Labyrinths heraus, dieselben sind auf dem Querschnitt oval, der horizontale liegt ziemlich selbstständig, während die beiden vertical stehenden mit je einem Schenkel zusammentreten und so einen gemeinsamen Kanal bilden, welcher in das elliptische Säckchen eintritt.

Von dem runden Säckchen führt eine Verbindung zu dem inneren Schneckengange. Zwischen diesen beiden Säckchen liegt die Wasserleitung des häutigen Vorhofs, sie wird durch eine nur ungefähr $^1/_{10}$ Mm. Durchmesser habende Röhre gebildet, aus jedem Säckchen geht scheinbar ein Rohrschenkel hervor, diese Schenkel vereinigen sich und bilden dann ein nicht sehr langes, blind geschlossenes Ende.

Wenn wir die Schnecke genauer betrachten, so finden wir, dass dieselbe in ihrem Innern aus drei getrennten Theilen (s. Fig. 42). besteht, einem unteren, welcher auf dem Querschnitt ungefähr halbkreisförmig erscheint, und zwei oberen, die von dem unteren durch eine quer durch die Schneckenwindung hindurchgehende Scheidewand getrennt werden. Die beiden oberen Theile haben auf dem Querschnitt zusammen ebenfalls eine ungefähr halbkreisförmige Gestalt, jedoch wird dieser Halbkreis durch eine zarte Membran, welche von der Mitte der Scheidewand schräg nach dem äusseren Rande der Schnecke hingeht, in zwei ungleiche Theile getheilt; den grösseren Theil derselben bezeichnet man als Hohlraum der Vorhofschnecke, den kleineren als Hohlraum des eigentlichen Schneckenkanals, der untere Abschnitt wird der Hohlraum der Paukenschnecke genannt. Der kleinste dieser drei Theile ist der Schneckenkanal, derselbe zeigt sich auf dem Querschnitt ungefähr dreieckig. In seinen Wandungen, besonders auf der unteren Seite derselben, liegen

diejenigen Theile des Gehörapparates, welche die Tonwellen aufnehmen.

Der Vorhofsraum der Schnecke mündet in den Vorhof, der untere Paukenraum aber geht mit dem schon oben erwähnten runden Fensterchen in die Paukenhöhle hinein. Am Ende der Schneckenwindung befindet sich in der Scheidewand zwischen den beiden Schneckenräumen eine kleine Oeffnung, wodurch dieselben in Verbindung treten. Uns kann an dieser Stelle nur der eigentliche Schneckenkanal interessiren. Wenn wir einen Durchschnitt durch die Schneckenwindung betrachten, wie er uns in Fig. 42 gegeben ist, so finden wir, dass die Membran, welche den Schneckenkanal von dem Vorhofsraum trennt, nur eine sehr zarte, dünne ist, ihre Dicke beträgt, nebenbei bemerkt, ungefähr $^{1}/_{200}$ Mm. Die untere Wand des Schneckenkanals ist stärker gebaut, auf ihr liegen eine Reihe von Erhabenheiten, deren feineren Bau wir nun etwas näher betrachten müssen.

Die äussere Wand des Schneckenkanals wird von einer blutgefässreichen Haut gebildet, welche sich den knöchernen Schneckenwindungen direct anlegt und von welcher aus der innere Schneckenkanal und die einzelnen Theile desselben ernährt werden.

Auf der unteren Scheidewand des Schneckenkanals liegt der eigentlich hörende Apparat, das sogenannte Corti'sche Organ, welches aus einer grossen Anzahl eigenthümlich gebauter Sinneszellen und Stützzellen gebildet wird. Es finden sich in diesem Corti'schen Organe eine Reihe von bogenförmig ausgebildeten Zellen, die sogenannten Corti'schen Bogen oder Corti'schen Pfeiler, dieselben bestehen aus einer etwas verknöcherten Masse und überwölben einen mit Zellen und Lymphe erfüllten Hohlraum. Auf ihnen liegen nach oben zu eine Anzahl von eigenartigen Zellen, welche am Ende mit festen Borsten versehen sind, die in mehreren Reihen nebeneinander stehen. Man unterscheidet so eine Reihe innerer Haarzellen und drei bis fünf Reihen äusserer. In diese Haarzellen tritt nun je ein Fäserchen des Hörnervs herein. Es kommt der Hörnerv von der Scheidewand zwischen dem oberen und unteren Schneckenkanale her und tritt mit einer grossen Anzahl feiner Fäserchen in das Corti'sche Organ hinein. Zwischen den Haarzellen finden wir ausserdem noch eine Reihe von Stützzellen, welche jedenfalls nicht als Hörapparat dienen.

Das Gehörorgan wird nun im Innern von einer eigenthümlichen Flüssigkeit erfüllt. Innerhalb des häutigen Labyrinths und um dasselbe herum, sowie im Innern der Säckchen finden wir eine lymph-

artige Flüssigkeit, welche besonders in den als Säckchen bezeichneten Theilen eine grössere Anzahl feiner Kalkkörperchen, die sogenannten Gehörsteinchen, enthält. Ebenso wird die Schnecke von einer ähnlichen Flüssigkeit angefüllt, die sich auch gleichzeitig innerhalb der Wasserleitungen befindet.

Wenn wir nun auf den Vorgang beim Hören selbst eingehen, so haben wir den Weg zu verfolgen, welchen die Schwingungen, die von einem ausserhalb liegenden tönenden Körper ausgehen, machen, sobald sie an das Gehörorgan kommen. Eine Anzahl von sehr heftigen Schwingungen braucht nicht direct in den äusseren Gehörgang eingeleitet zu werden, sondern kann von der gesammten Körperoberfläche oder von bestimmten Theilen derselben aufgefangen und dem Hörapparat übermittelt werden. Wenn wir z. B. eine Stimmgabel in Schwingung versetzen und sie vor unser äusseres Ohr halten, so hören wir die Töne derselben nicht so gut, als wenn wir dieselbe mit den Zähnen oder mit verschiedenen Kopfknochen in Verbindung bringen. Es werden nämlich dann die Schwingungen, welche von der Stimmgabel ausgehen, direct auf die Zahnsubstanz oder z. B. den Schädelknochen übertragen und durch diese dem Gehörorgan zugeführt. Für gewöhnlich aber hören wir einfach dadurch, dass die Schwingungen, welche tönende Körper hervorbringen, durch die Luft fortgeflanzt werden, in der Luft also Wellen erzeugen, welche Tonwellen dann an unser äusseres Ohr anschlagen und von hier aus in den Gehörgang geleitet werden. Um die Töne reiner und klarer zu machen, ist der Gehörgang nicht einfach gebaut, sondern es zeigt sowohl das äussere Ohr wie auch der äussere Gehörgang eine Reihe von Unebenheiten, Vorsprüngen u. s. w., welche eine grosse Anzahl von Schallschwingungen vernichten und nur einen Theil derselben in das mittlere Ohr gelangen lassen. Wir müssen zunächst annehmen, dass die äussere Ohrmuschel selbst in Schwingungen geräth und dass die verschiedenen Falten derselben dazu dienen, Schallwellen, welche von verschiedenen Seiten kommen, aufzufangen. Da nun diese Wellen dann besonders günstig empfunden werden, wenn sie senkrecht auf einen leitenden Körper stossen, so werden durch die vielen Unregelmässigkeiten des Ohres Schallwellen aus allen Richtungen senkrechte Flächen zur Weiterleitung geboten. Ein Theil der Schallwellen wird wohl direct das Trommelfell treffen, ein anderer geht vielleicht durch den knöchernen Theil des äusseren Gehörgangs auf dasselbe über. So viel ist aber sicher, dass nach einem erzeugten Tone oder Geräusch das Trommelfell in geeignete Schwingungen geräth, in Schwingungen, welche sich nun wieder den

zunächst an das Trommelfell anstossenden Knochen mittheilen. Wir haben gesehen, dass auf dem Trommelfell der Griff des Hammers aufgewachsen ist, der Hammerstiel wird also in Bewegung gerathen, er wird den Kopf des Hammers gleichfalls mit in Bewegung setzen, vom Hammerkopf wird die Schwingung dem Amboss übermittelt, der Amboss überträgt dieselbe endlich durch das linsenförmige Körperchen, den Steigbügel. Diese drei Gehörknöchelchen sind deshalb eingeschaltet, um allzustarke Einwirkungen von Trommelfellschwingungen auf die inneren Gehörtheile abzuhalten, sie sollen zu heftige Druckschwingungen etwas mässigen. Im Grossen und Ganzen verhalten sich aber die drei Knöchelchen wie ein einziger compacter, denn sie übertragen die Tonwellen, welche ihnen von dem Trommelfell überliefert werden, durch das ovale Fensterchen direct auf die Flüssigkeiten, welche in dem inneren Gehörgange vorhanden sind. Das Trommelfell kann, wie wir gesehen haben, durch eine eigene Musculatur noch angespannt werden, es scheint dies nöthig zu sein, weil es gilt, sich verschieden hohen Tönen anzupassen. Damit nun die hinter dem Trommelfell befindliche Luftmasse durch allzustarke Schwingungen des Trommelfells nicht in heftige Bewegungen versetzt wird und dadurch störend auf den Vorgang des Hörens wirkt, so ist jederseits in der Eustachischen Röhre ein Apparat vorhanden, welcher der Luft Abzug und Eintritt gestattet und das Trommelfell hindert, allzustarke einseitige Schwingungen zu machen. Dies ist nöthig, wenn sehr heftige Töne vom Ohr aufgenommen werden müssen. Wenn z. B. plötzlich auf das Ohr die Schallwellen treffen, welche durch einen abgefeuerten Kanonenschuss erzeugt werden, so können dieselben unter Umständen so heftig sein, dass sie das Trommelfell, wenn sie es nur von der einen Seite treffen, also nur von aussen z. B., zersprengen. Macht man aber den Mund weit auf und gestattet man den Tonwellen auch durch die Eustachische Röhre von innen her auf das Trommelfell wirken zu können, so kann das letztere nicht bloss einseitig schwingen, weil der Druck von beiden Seiten auf dasselbe wirkt, und infolge dessen wird ein Springen des Trommelfells oder ein allzuheftiges Schwingen desselben vermieden. Vom ovalen Fenster aus theilt sich der Ton direct dem Inhalte der verschiedenen Kanäle, sowohl dem des Vorhofs als auch des eigentlichen Schneckenkanals mit. Im Schneckenkanale werden die Hörhärchen an den Zellen des Corti'schen Organs in Schwingungen versetzt, diese Schwingungen theilen sich den Zellen selbst mit und werden von hier aus auf die Fasern des Hörnervs und dann zu dem Gehirn geleitet. Der Hör-

nerv breitet sich aber nicht allein in der Schnecke aus, sondern es treten auch Fasern an das Labyrinth heran.

Wie aber nun die Gehörsempfindungen in den verschiedenen Theilen des innersten Ohres sind, darüber können wir vorläufig nur Hypothesen aufstellen. Von Wichtigkeit scheint beim Vorgange des Hörens die Anwesenheit jener kleinen Kalkkrystalle, welche in dem Vorhofe vorkommen, zu sein, wir wissen wenigstens, dass bei niederen Thieren, wie z. B. beim Krebse, der Schnecke u. a., Tonschwingungen direct durch solche kleine Gehörsteinchen auf Endapparate der Hörnerven übertragen werden.

Es kann nicht jedes Ohr alle Töne gleichartig empfinden, sondern die Auffassung von Tönen ist bei verschiedenen Menschen ebenso verschieden wie die Unterscheidung der Farben. Eine ganze Reihe von Tönen, welche von Thieren noch vernommen werden, vermögen wir mit unsern Ohren nicht mehr wahrzunehmen, denn bei einer gewissen Höhe des Tons und bei einer gewissen Tiefe sind die Grenzen für das Auffassungsvermögen derselben. Alle Schwingungen, welche zahlreicher sind als die des höchsten Tons, den wir noch hören können, und weniger als die des tiefsten, können von uns durch das Gehörorgan nicht mehr wahrgenommen werden.

Die verschiedenen Töne wirken nun in ganz verschiedener Weise auf unser Ohr und auf die inneren Theile desselben ein. Im Allgemeinen bezeichnen wir Alles, was auf unser Ohr zu wirken vermag, als Schall. Ist dieser Schall regelmässig oder gleichmässig und unverändert weiter bestehend, so nennen wir ihn Klang, wechselt hingegen der Schall sehr schnell und sind wir gezwungen, eine ganze Reihe der verschiedensten Schallempfindungen aufzunehmen, so bezeichnen wir diese Empfindungen als Geräusch und man vergleicht nicht mit Unrecht den Klang einer einfachen Farbe, das Geräusch einem Farbengemisch. Der Klang aber wird dadurch erzeugt, dass die Luft in regelmässige Schwingungen versetzt wird; sind diese Schwingungen sehr zahlreich, so entsteht ein sogenannter hoher Ton, sind die Schwingungen nur gering innerhalb derselben Zeiteinheit, so entsteht ein tiefer Ton. Wir machen bei den Tönen auch wieder eine ganze Reihe von Unterschieden, wir sprechen von Tonhöhe, Klangstärke und Klangfarbe. Die Tonhöhe hängt von der Anzahl der Schwingungen ab, welche in einer Sekunde z. B. ausgeführt werden, die Klangstärke hängt von der Länge dieser Schwingungen ab. Wenn z. B. eine Saite, die einen bestimmten Ton angibt, in gewissen Schwingungen sich bewegt, so wird sie zunächst stark tönen, dann aber nach und nach immer leiser, ohne dass die Höhe des Tons

eine verschiedene wird. Wenn wir die Saite dabei betrachten, so finden wir, dass sie, während sie stark tönte, nach beiden Seiten hin weit ausschlug, während sie, wenn sie schwach tönte, nur geringe Schwingungsweiten, wie wir dies Ausschlagen bezeichnen, besass. Die Klangstärke wird also von der Weite der Schwingungen abhängen.

Wenn die einzelnen Schwingungen selbst ihrer Gestalt nach, nicht ihrer Zahl nach voneinander verschieden sind, so bezeichnen wir dies als Klangfarbe.

Näher kann auf die Bildung der Töne innerhalb des Ohres nicht eingegangen werden, es ist nur noch zu bemerken, dass auch mechanische Eindrücke, welche auf gewisse Theile des Gehörorgans wirken, Tonempfindungen hervorrufen. Wenn wir z. B. mit einem Instrumente das Trommelfell berühren, so haben wir dabei eine deutliche Gehörsempfindung. Durch unsanfte Berührung des Kopfes, durch Schlag oder Stoss können ebenfalls Gehörsempfindungen hervorgerufen werden, weiterhin kann der Blutstrom solche erzeugen und endlich können durch einfache Reizung der Gehörnerven durch Elektricität Gehörsempfindungen entstehen. Auch die Bewegungen der Muskeln u. s. w. werden mit gehört, jedoch haben wir uns im Laufe der Zeit daran gewöhnt, sowohl die Bewegungen, welche durch die Blutwellen, als auch diejenigen, welche durch die Muskelbewegungen hervorgerufen werden, zu überhören, ebenso wie wir das andauernde Ticken einer Uhr im Zimmer zu überhören pflegen, falls wir nicht ganz speciell unser Gehörorgan auf dasselbe einstellen.

Die Grenze der Schwingungen, welche z. B. eine Saite in einer Sekunde machen darf, wenn wir sie noch eine tönende nennen sollen, liegt zwischen 24—30 und 41000. Die Unterscheidung von Tönen ist natürlich zum grossen Theil Sache der Uebung, zum Theil ist sie aber auch ein angeborenes Talent; der Volksmund spricht ganz allgemein von musikalischen und nicht musikalischen Personen, d. h. von solchen, welche im Stande sind, verschiedene Töne zu unterscheiden, und solchen, die dies nicht fertig zu bringen vermögen.

Taubheit wird erzeugt, wenn der Gehörnerv derartig verändert ist, dass er keine Töne mehr zu leiten vermag, sie wird aber auch erzeugt, wenn Verwachsungen der Gehörknöchelchen eingetreten sind und die Schallwellen nicht mehr in der richtigen Weise auf die inneren Theile der Schnecke zu wirken vermögen. Schwerhörigkeit kann dadurch entstehen, dass gewisse Theile des Zuleitungsapparates nicht normal zu functioniren vermögen, weil sie verstopft oder verwachsen oder zum Theil unvollständig ausgebildet sind oder ganz fehlen.

Das Geruchsorgan.

Schon bei der Betrachtung des Verdauungsapparates und der Respirationsorgane wurde des öftern des Riechorgans gedacht. Bei der Besprechung der Kopfknochen haben wir gesehen, dass die Schädelbasis und der mit dem vorderen Theile des Schädels verwachsene Oberkiefer und Gaumenapparat ein paar Höhlen bilden, welche als Sitz des Geruchsorgans in Anspruch genommen werden. Es ist bemerkt worden, dass oben die Nasenbeine und das Siebbein, unten das Gaumenbein und der Vomer eine schützende Höhle bilden für dasjenige Sinnesorgan, welches dazu bestimmt ist, die Athemluft auf ihre Zusammensetzung hin zu prüfen, und welches weiterhin dazu dient, die Speisen und Getränke auf ihre Brauchbarkeit hin untersuchen zu helfen. In der Einleitung zu den Sinnesorganen erwähnten wir schon kurz, dass das Geruchsorgan zu jenen Sinneswerkzeugen gehört, welche dazu bestimmt sind, chemische Reize den zuleitenden Nerven und dem Gehirn zu übermitteln. Bei dem Geruchsorgane ist es nöthig, dass alle jene Stoffe, welche durch dasselbe zur Wahrnehmung gebracht werden sollen, in gasförmiger Form vorhanden sind, dieselben werden mit der Athemluft aufgenommen, werden dann in Lösung gebracht und gelangen in löslicher Form mit den Epithelzellen des Geruchsorgans in Berührung. Es muss das Geruchsorgan, um solche Functionen ausüben zu können, eine höhlenförmige Gestalt haben, die Athemluft muss leicht zu ihm hingelangen können, die Gase, welche sich in derselben befinden, sind weiterhin innerhalb des Riechorgans in Lösung zu bringen und diese Lösung endlich kann erst auf die eigentlichen, den Geruch aufnehmenden Theile wirken. Wir haben schon bei der Besprechung des Athmungsapparates bemerkt, dass zu Anfang desselben das Riechorgan gelegen ist, wir haben gefunden, dass bei dem normalen

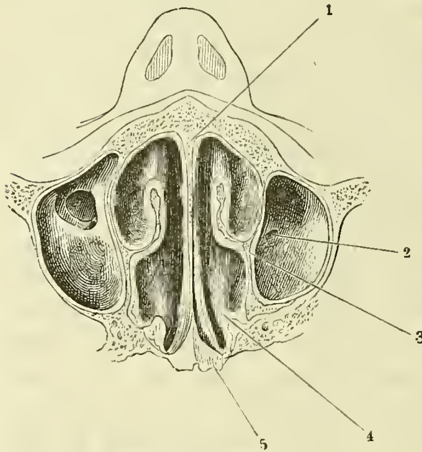


Fig. 43.

Horizontalschnitt durch die Nasenhöhle. Der Schnitt ist schräg von vorn nach hinten durch das Gesicht geführt. 1 Nasenscheidewand, 2 Nebenräume der Nase, 3 durchschnittene Untermuschel, 4 Mittelmuschel, 5 Theil des Vomer. (Krause, Anat.)

ruhigen Athmen die gesammte ein- und ausgeathmete Luft durch dasselbe hindurchstreichen muss, wir haben aber auch weiterhin schon besprochen, dass innerhalb der Nasenwege, denn mit diesem Ausdruck bezeichnen wir auch das Riechorgan, die Luft gleichzeitig vorgewärmt und angefeuchtet wird, bevor sie in die Lungen gelangt. Beim Menschen sowohl wie bei allen Thieren liegt dieses Sinnesorgan in der Richtung, welche der Körper bei der Bewegung einschlägt, bei den Wirbelthieren und also auch beim Menschen vorn am Kopf hinter jenen äusserlichen Theilen desselben, welche wir als Nase bezeichnen.

Wie die meisten Sinnesorgane ist auch das Geruchsorgan paarig ausgebildet, es liegt beim Menschen symmetrisch zur Längsebene des Körpers, resp. Kopfes, vorn beginnt es mit zwei an der unteren Seite der Nase befindlichen Oeffnungen, den Nasenlöchern. Die Nase selbst ist in ihrer Basis knöchern, sie wird von den beiden vorspringenden Nasenbeinen gebildet, zwischen denen die sogenannte Nasenscheidewand ausgebildet ist. Den äusseren Theil der Nase bezeichnen wir als Nasenrücken, den Theil, womit dieselbe am Schädel angewachsen ist, als Nasenwurzel, vorn liegt die Nasenspitze, die Seitenwände, welche leicht gewölbt erscheinen, führen die Bezeichnung Nasenflügel, besonders an ihren unteren, die Nasenöffnungen umgrenzenden Theilen.

Die beiden Nasenbeine treten vorn in der Spitze des Nasenrückens zusammen, oben sind sie durch eine Naht mit dem Stirnbeine verwachsen, an den hinteren Seiten treten sie mit dem Oberkieferknochen in Verbindung. An diese Nasenbeine setzen sich nun eine Reihe von Knorpeln an, welche die Nase weiterhin stützen. Vorn haben wir zwei grosse Seitenwandknorpel der Nase, einen rechten und einen linken, dieselben besitzen ungefähr eine dreieckige Gestalt und verschmelzen ebenfalls in der Mitte des Nasenrückens, oben sind sie mit dem Nasenbeine, im Innern mit der Nasenscheidewand verschmolzen. Unten legen sich an diese beiden Knorpel die beiden grossen vorderen Nasenflügelknorpel an; dieselben gehen von der Nasenspitze nach oben und hinten, sie bilden die Stütze für den unteren breiten Theil des äusseren Riechorgans. Hinter diesen grösseren Knorpeln liegen dann noch jederseits drei kleine, platte, eckige Knorpelstücke, die sogenannten hinteren Nasenflügelknorpel, ausserdem kann zwischen den beiden zuerst erwähnten grösseren Knorpeln jederseits ein kleiner Knorpel liegen, welcher als Sesamknorpel bezeichnet wird. Im Innern ist die vorspringende Nase durch die knorpelige Nasenscheidewand in zwei Hälften getheilt.

Dieser Scheidewandknorpel ist von flacher, ungleich viereckiger Form, hinten und oben tritt er mit der senkrecht stehenden Platte des Siebbeins in Verbindung, ebenso mit dem vorderen Rande des Vomer. Wie wir schon erwähnten, verschmilzt er in der Mitte des Nasenrückens mit den grossen Seitenknorpeln der Nase.

Auf diesen Knochen und Knorpeln liegt nun die äussere Haut, die eng mit den Skeletttheilen verwachsen ist. Sie enthält zahlreiche grosse Talgdrüsen, deren Oeffnungen auf der Nase und besonders auf den unteren Theilen der Nasenflügel als Vertiefungen oder schwarze Punkte sichtbar sind. Die Haut der Nase biegt sich um die Nasenlöcher herum, sie bildet die äussere Begrenzung derselben und geht im Innern der Nasenlöcher in die Schleimhaut der Nasenhöhle über, welche die gesammte Nasenhöhle auskleidet. Vorn am Eingange der Nasenhöhle ragen aus der Schleimhaut eine grössere Anzahl von durcheinander verlaufenden Haaren hervor, welche die Function haben, grössere Staubtheile und andere Fremdkörper vom Innern der Nase abzuhalten.

Gehen wir etwas weiter nach hinten, so stossen wir auf die schon früher erwähnten Nasenmuscheln, deren wir jederseits drei unterscheiden, zwei derselben hängen, wie wir es auch beim Skelett erwähnten, mit dem das Nasenloch bildenden Knochen des Siebbeins zusammen.

Die Muscheln liegen an den äusseren Seiten der Nase, sie ragen frei in den Nasenraum selbst hinab und bilden jederseits drei langgestreckte, falzförmig umgeknickte Körper, zwischen denen die eigentlichen Nasengänge hindurchgehen. Von der Nasenscheidewand, mit welcher sie in ihren unteren Theilen parallel laufen, sind sie nur 2—5 Mm. weit entfernt. Die Höhlen, welche sie bilden, sind ungefähr 10—15 Mm. hoch und 5—7 Mm. weit.

Weiter nach hinten geht dann die Nasenhöhle in den sogenannten Nasenrachenraum über, welcher durch die Choanen mit dem Schlundkopfe in directer Verbindung steht und unten vom harten und weichen Gaumen begrenzt wird. In diesen Nasenrachenraum mündet jederseits die zu dem Gehörgan gehörige Eustachische Röhre, ebenso wird die überflüssige Thränenflüssigkeit durch den Thränenkanal in den Nasenraum hineingeleitet.

Betrachten wir die Nase im Innern, so finden wir, dass sie in ihrer Gesammtheit von einer weichen, blutreichen Schleimhaut überzogen wird, innerhalb welcher die eigentlich physiologisch wichtigen Theile des Riechapparates liegen. Die Schleimhaut kleidet sowohl den eigentlichen Nasenraum als auch die Nasenhöhle der Nase aus,

sie wird von einem flimmernden Epithel überzogen, in ihr verlaufen zahlreiche Blutgefässe und ausserdem finden wir in derselben eine grosse Menge von Drüsen, welche den Schleim absondern.

Die eigentlichen Riechzellen liegen am oberen Theile des eigentlichen Nasenraums, weiterhin auf der oberen Muschel und zum Theil auch auf der mittleren Muschel. Die Schleimhaut sieht an dieser Stelle etwas bräunlich aus, wir bezeichnen sie hier als Riechschicht. Untersuchen wir sie mikroskopisch, so finden wir, dass sie ebenfalls ein blut- und nervenreiches, lockeres Gewebe darstellt, in welches die eigentlichen Riechapparate eingelagert sind. Die nach innen gekehrte Schicht der Schleimhaut besteht aus einem Cylinderepithel, dessen Zellen langgestreckt sind und einen deutlichen, grossen Kern besitzen. Zwischen diesen Epithelzellen finden sich nun die eigenthümlich gebauten Riechzellen. Es sind dies ebenfalls langgestreckte Zellen, sie haben am oberen Ende einen spitzen Ausläufer, sind in der Mitte bauchig aufgetrieben, nach unten zu wieder spitz und enden hier in einigen fussartigen Plasmafortsätzen, an welche die Nervenendigungen herantreten. Auch die neben ihnen liegenden langen Cylinderzellen haben an ihren unteren Theilen fussartige Plasmaausläufer. Ausserdem liegen zwischen diesen Füssen eigenthümliche, zackige, sogenannte Basalzellen, deren Function man nicht näher kennt. Der äusserste Abschnitt der eigentlichen Riechepithelzellen ist cylindrisch und trägt an seiner freien Seite einige feine haarförmige Fortsätze, der Kern ist gross mit deutlichen, hell glänzenden Kernkörperchen, der untere Abschnitt zieht sich fein fadenförmig aus und schnürt sich nach Zusatz von Reagentien häufig perlschnurartig ab. Mit einer kleinen Erweiterung sitzt der untere Abschnitt an der Schleimhautoberfläche an. Solcher Riechzellen stehen immer mehrere im Kreise um eine Cylinderzelle herum. Ausser diesen beiden Zellarten finden sich in der Schleimhaut der Riechregion noch zahlreiche Blutgefässe, endlich eine grosse Menge von Nervenfasern und ausserdem eine Anzahl von Schleimdrüsen. Die Nerven, welche in das Geruchsorgan treten, kommen zum Theil von den Riechnerven, zum Theil aber auch von dem sogenannten dreigetheilten Nerven, es gehören dem letzteren besonders die sensiblen Nervenfasern an (s. Fig. 5, *C*).

Die Schleimhaut sondert nun fortwährend Flüssigkeit ab, von welcher die Riechstoffe gelöst werden und durch welche die Athemluft feucht erhalten wird. Es sind nur ganz verschwindend kleine Mengen eines Stoffs nöthig, um von der Nasenschleimhaut aufgenommen werden zu können und als Geruch von uns empfunden zu werden. Vom verflüchtigten Brom genügt z. B. nur $^1/_{1000000}$ Grm.,

und vom Rosenöle ist nur $^{1}/_{500000000}$ Grm. nöthig, welches, in der Luft vertheilt, noch von den Riechzellen unterschieden werden kann. Es sind dies selbstverständlich Spuren eines Stoffes, welche auch mit unsern besten Wagen nicht mehr gemessen werden können. Vielleicht können auch gewöhnliche Nervenreize, mechanische und elektrische, Riechempfindungen erzeugen.

Wenn man den Riechnerven lange reizt, so erschlafft er sehr schnell, was man leicht daran bemerken kann, dass Stoffe, welche man fortwährend um sich herum hat, schliesslich nicht mehr empfunden werden. Kommen wir z. B. in ein chemisches Laboratorium oder in ein Droguengeschäft, so wird unsere Riechschleimhaut von einer grossen Menge von Riechstoffen in Thätigkeit versetzt, eigentliche Riechempfindungen haben wir aber nur in der ersten Zeit unseres Aufenthalts und schon nach ganz kurzer Zeit stumpft sich der Riechnerv ab und die Empfindung wird eine immer schwächere.

Wenn zur selben Zeit eine Anzahl von Riechstoffen auf unser Geruchsorgan wirkt, so vermögen wir nicht die einzelnen Stoffe voneinander zu trennen, sondern es entsteht eine sogenannte Mischempfindung.

Eigenthümlich ist, dass das Geruchs- und Geschmacksorgan in einem gewissen Wechselverhältnisse stehen, sodass wir scheinbar Stoffe zu schmecken glauben, welche wir in der That nur riechen. Dies wird dadurch hervorgerufen, dass wir das Geschmacksorgan beim Essen z. B. gleichzeitig neben dem Geruchsorgan in Anwendung bringen, dem ersteren aber eine energischere Thätigkeit zumuthen als dem letzteren. Allzu heftig und allzu lange einwirkende Riechstoffe können das Geruchsorgan häufig zeitweise, häufig aber auch für immer functionsunfähig machen, oder es kann uns das Vermögen ausgehen, gewisse Stoffe zu riechen, während andere noch empfunden werden.

Das Geschmacksorgan.

Um die Schädlichkeit der als Nahrungsmittel dienenden Stoffe prüfen und um den Genuss derselben angenehmer zu machen, besitzen wir ein eigenes Sinnesorgan, welches als Schmeck- oder Geschmacksorgan bezeichnet werden kann. Es gehört auch zu jenen Sinnesorganen, auf welche chemische Reize einwirken müssen, wenn es in Thätigkeit gesetzt werden soll. Das Organ für den Geschmackssinn ist die Zunge. In dieselbe treten Nerven vom Geschmacksnerven, welcher zum Schlund-Zungennerv gehört, und vom dreigetheilten Nerv. Die Geschmacksnerven liegen besonders an

der Zungenwurzel, die ebenfalls Geschmacksempfindungen weiter leitenden Theile des dreigetheilten Nervs an dem Zungenwurzeltheile. Die Endigungen dieser Nerven finden wir nun innerhalb eigenthümlicher Gebilde, welche wir als Papillen bezeichnen. Es sind dies kleine Erhebungen von faden- oder schwamm- und warzenförmiger Gestalt. Die letzteren sind noch dadurch ausgezeichnet, dass sie in Vertiefungen liegen, deren Ränder wallartig an ihren Seiten emporstehen; wir bezeichnen daher diese Papillen auch als die umwallten. In ihnen verlaufen die meisten Nervenendigungen und in ihnen finden wir auch die typischen Endorgane für die Geschmacksnerven.

Wenn wir eine solche umwallte Papille durchschneiden, so finden wir in der Mitte einen kleinen cylinderförmigen Körper, der an den

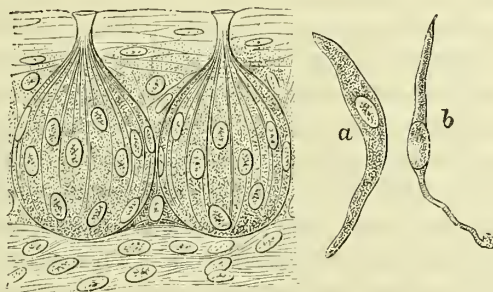


Fig. 44.
Schmeckbecher (Geschmacksknospen). *a* Deckzelle, *b* Geschmackszelle isolirt. (Wundt, Physiologie.)

Seiten von den Wänden des Walls umgeben wird. Es läuft also um die eigentliche Papille herum ein tiefer Einschnitt, der von zwei Wandungen begrenzt wird, in welchen die eigentlichen Schmeckapparate liegen, es sind dies die sogenannten Geschmacksknospen. Untersuchen wir einen feinen Schnitt durch eine solche umwallte Papille genauer, so gewahren wir, dass zahlreiche schlauch- oder beutelförmige Apparate nebeneinander in den Wandungen des Einschnitts liegen. Diese Apparate erinnern ungefähr an Drüsen, sie besitzen eine dicke, flaschenförmige Gestalt; mit einer kleinen engen Oeffnung münden sie in den Einschnitt hinein, an diese Oeffnung schliesst sich ein kurzer enger Hals an, an diesen der bauchig aufgetriebene Theil des Geschmacksorgans. Der Oeffnung gegenüber tritt ein Nervenästchen an eine solche Geschmacksknospe heran und geht mit einzelnen Fasern an die eigentlichen Sinneszellen. Wenn

wir eine Geschmacksknospe genauer untersuchen, so finden wir, dass zu äusserst eine Schicht von grossen, langgestreckten, mondsichelförmigen Zellen liegt, welche sich mit ihren Längsseiten nebeneinander legen und der ganzen Geschmacksknospe die eigenthümliche Gestalt verleihen. Unter diesen Zellen liegt nun eine Schicht ebenfalls langgestreckter, gebogener, aber bedeutend dünnerer Zellen, welche ebenso wie die Deckzellen einen grossen, deutlichen Kern besitzen, deren Enden aber dadurch ausgezeichnet sind, dass das Innere derselben mit einem Nervenfäserchen in Verbindung tritt, während das Aeussere einige feine Härchen trägt, die aus dem Halse der Geschmacksknospe etwas hervorragen. Auf diese Härchen scheint nun der zu schmeckende Gegenstand wirken zu müssen, um empfunden zu werden. Nur gelöste Substanzen können als Schmeckstoffe dienen. Nach der verschiedenen Art, wie diese Stoffe auf die Nerven wirken und von uns empfunden werden, unterscheiden wir fünf verschiedene Geschmacksempfindungen: süss, sauer, salzig, bitter und laugenartig. Vielleicht dürfen wir annehmen, dass gewisse Endigungen nur für gewisse Geschmackssorten, wenn man so sagen darf, in Anwendung gebracht werden, so viel haben wir durch das Experiment wenigstens kennen gelernt, dass das Bittere hauptsächlich an der Zungenwurzel, das Süsse an der Zungenspitze und das Sauere an den Rändern der Zunge empfunden wird. Wenn man gleichzeitig verschieden schmeckende Stoffe auf die Zunge bringt, so werden nicht alle mit derselben Geschwindigkeit zur Empfindung gebracht, sondern es wird zunächst der salzige Geschmack, dann der süsse und darauf der sauere und zuletzt der bittere wahrgenommen. Beim Geschmacksorgan ist es nöthig, dass grössere, immerhin schon messbare Quantitäten eines Stoffs auf die Zunge gebracht werden, um geschmeckt zu werden. Es ist dies aber auch für verschiedene Personen verschieden, denn der eine hat, wie wir sagen, einen feinen Geschmack, der andere einen wenig feinen, d. h. der erste schmeckt geringe Spuren einer Substanz, der zweite erst grössere Mengen derselben. Geschmacksunterschiede bestehen, jedoch müssen wir annehmen, dass auch noch andere Sinnesorgane, wie z. B. das Gesicht und der Geruch, bei der Empfindung des Geschmacks mitzuwirken vermögen. So können wir z. B., wenn wir verschnupft sind, viele Stoffe nicht genau schmecken, ebenso wenig vermögen wir im Dunklen zu unterscheiden, ob wir z. B. eine brennende Cigarre im Munde haben oder nicht, ob wir weissen oder rothen Wein trinken. Am deutlichsten schmeckt man, wenn zwei aufeinander folgende Geschmackseinwirkungen stattgefunden haben, die zu einander im Con-

traste stehen. So schmeckt z. B. süsser Wein nur süss, wenn wir vorher Saueres gegessen haben, er schmeckt säuerlich, wenn wir eingemachte Früchte, Zucker oder dergleichen vor seinem Genuss zu uns nahmen.

Wie gross die Menge der zu schmeckenden Stoffe im Verhältniss zu den noch durch das Riechorgan wahrnehmbaren ist, mögen folgende Zahlen veranschaulichen: Zuckerwasser muss mindestens ein Proc. Zucker enthalten, wenn wir es schmecken sollen, Kochsalz muss $^1/_5$—$^1/_2$ Proc. unter gleichen Voraussetzungen enthalten, Schwefelsäure wird noch geschmeckt, wenn ein Theil in tausend Theilen Wasser enthalten ist, einzelne bittere Stoffe zeigen ähnliche Verhältnisse wie die Schwefelsäure. Bringt man allerdings verschiedene Stoffe direct mit der Zunge in Berührung, so genügen kleinere Quantitäten, um noch Geschmacksempfindungen hervorzurufen. — Wenn man sich die beiden Leitungsdrähte eines Elektricität erzeugenden Apparates, z. B. einer Volta'schen Säule oder eines sogenannten Elements, auf die Zunge hält, sodass der Strom durch die Zunge hindurchgehen muss, so hat man auf der Seite, an welcher der sogenannte positive Pol liegt, einen saueren, auf der Seite, auf welcher sich der negative Pol befindet, einen laugenhaften Geschmack. Man kann dies Experiment leicht so ausführen, dass man einen längeren Streifen reinen Zinkblechs und einen ebensolchen Streifen gescheuerten Kupferblechs nimmt; man legt das Zinn z. B. auf die Zunge; den Kupferstreifen mit dem einen Ende über die Zunge; feuchtet man nun die nach aussen hervorstehenden freien Enden der Bleche etwas an und berührt sie dann, so hat man im Augenblicke der Berührung eine Geschmacksempfindung und zwar dort, wo das Kupfer liegt, eine sauere und, wo das Zinn sich befindet, eine laugenhafte. Es wird durch den elektrischen Strom jedenfalls der Zellinhalt der Geschmacksbecher chemisch verändert, sowie wir im einen Falle sauer, im andern laugenhaft schmecken. Selbstverständlich muss das Geschmacksorgan ebenso wie das Geruchsorgan fortwährend feucht erhalten werden, was ja auch im hinreichenden Masse dadurch geschieht, dass es auf die Zunge verlegt ist, welche ja durch das Secret der Speichel- und Schleimdrüsen in der Mundhöhle fortwährend angefeuchtet wird. Dadurch, dass das Schmeckorgan auf der Zunge liegt, ist es auch ermöglicht, die aufzunehmende Speise auf ihre Brauchbarkeit oder Nichtbrauchbarkeit hin zu prüfen und bei ihrer Aufnahme, also beim Hinunterschlucken oder beim Kauen derselben eine mehr oder minder angenehme Geschmacksempfindung zu erzeugen. Der Geschmacksnerv kann ebenso wie alle Sinneseindrücke weiter leitende Nerven überreizt werden, dann vermag er nicht mehr normal zu functioniren.

Der Tastapparat.

Als letztes Sinnesorgan haben wir endlich den sogenannten Tast- oder Gefühlsapparat zu besprechen. Es ist derselbe nicht auf bestimmte Regionen des Körpers beschränkt, sondern wir vermögen mit den meisten nach aussen gelegenen Theilen unseres Körpers Gefühlsempfindungen aufzunehmen. Es ist allerdings der Fall, dass gewisse Theile unseres Körpers gegen äussere mechanische Eindrücke empfindlicher sind als andere nach aussen gelegene. So fühlen wir z. B. mit den Fingerspitzen sehr fein und gebrauchen dieselben auch als hauptsächlichstes Tastorgan, während wir z. B. mit der Hornhaut unseres Auges durchaus nicht zu fühlen vermögen, weil in derselben keine die Gefühlsempfindungen vermittelnden Nervenfasern verlaufen. Auf diese sogenannten sensiblen und sensitiven Fasern kommt es an, sie verbreiten sich, nachdem sie aus den unteren Wurzeln des Rückenmarks, der Rückenmarksnerven hervorgegangen sind, über die ganze Oberfläche des Körpers und auch innerhalb der meisten inneren Organe desselben.

Es ist nun klar, dass auch wieder bestimmte Apparate vorhanden sein müssen, welche die mechanisch auf den Körper ausgeübten Reize den Sinneszellen übermitteln. Es sind dies auch Endapparte, welche von eigenthümlich modificirten Gewebszellen gebildet werden, an welche die Nervenfaser herantritt. Diese Zellen haben ganz direct auf sie einwirkende mechanische Eindrücke weiter zu leiten; Alles, was wir fühlen wollen, muss durch Druck auf diese Theile wirken oder es müssen die Zellen in einer andern Weise verändert werden, wie dies z. B. durch verschiedene chemische Stoffe, durch Hitze oder Kälte geschieht. Wir haben dabei eine ganze Anzahl von verschiedenen sogenannten Gefühlsempfindungen zu trennen und können drei grosse Unterschiede machen, zwischen Tastsinn, zwischen Muskelempfindung und Gemeingefühl.

Der Tastsinn ist über den grössten Theil der äusseren Haut verbreitet, besonders aber sind es die Fingerspitzen, welche als eigentliche Tastapparate functioniren. Die Tastnerven endigen mit ihren Fäserchen in sogenannte Endapparate, welche man als Tastorgan, Endkolben und Tastkörper, als Vater'sche und Pacini'sche Körperchen unterschieden hat.

Die sogenannten Endkolben zeigen sich am weitesten verbreitet, sie besitzen eine runde, ellipsoidische Gestalt, sind bis $^1/_{10}$ Mm. lang und $^1/_{50}$ Mm. breit, äusserlich werden sie von einer aus Bindegewebe bestehenden Hülle überkleidet, in der sich zahlreiche Kerne finden

und welche einen cylindrischen oder kugeligen Innenraum umschliesst, der von einer weichen, feinkörnigen Masse erfüllt ist. In diesen sogenannten Innenkolben tritt nun eine Nervenfaser hinein, deren letztes Ende getheilt ist und gewunden erscheint. Beim Menschen sind diese Endkolben meist rundlich oder kugelförmig, bei den höheren Säugethieren besitzen sie hingegen häufig eine langgestreckte oder cylindrische Gestalt. Bei uns kommen sie besonders in der Bindehaut des Auges, am rothen Lippenrande, an der Nasenschleimhaut und an einigen andern Körpertheilen vor.

Als Tastkörper oder Meissner'sche Körperchen bezeichnen wir die Endapparate, welche sich in der äusseren Haut der Hände und Füsse, im Nagelbett, dann an den Augenlidern, an der Brustwarze und noch an einzelnen Stellen der äusseren Haut finden Sie besitzen eine ellipsoidische oder rundliche Gestalt, äusserlich werden sie auch wieder von einer Bindegewebshülle umgeben, in der sich zahlreiche Kerne finden und welche den sogenannten Innenkolben eingeschlossen enthält. Dieser Innenkolben besteht aus einer fast weichen, körnigen Substanz, in welche ein bis mehrere Nervenfasern eintreten. Wir haben seiner Zeit bei der Betrachtung der Haut gesehen, dass die Lederhaut mit einer Anzahl von Papillen in die obere Haut hineinragt, wir müssen hier bemerken, dass immer an den Enden der Papillen solche Tastkörperchen auftreten. Man unterscheidet bei diesen Tastkörperchen einfache und zusammengesetzte, die letzteren bestehen jedoch nur aus mehreren neben- oder übereinander gelagerten einfachen.

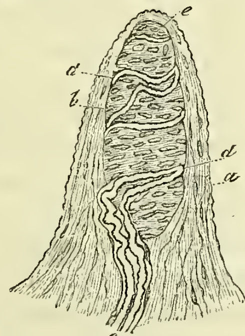


Fig. 45.
Hauptpapille mit Tastkörperchen vom Menschen. (Nach Kölliker.) Längenansicht. *a* Rindenschicht der Papille, aus Bindesubstanz mit feinen elastischen Fasern bestehend, *b* Tastkörperchen, mit queren Kernen besetzt, *c* zutretende Nervenstämmchen, *d* Nervenfasern, die das Körperchen umspinnen, *e* scheinbares Ende einer solchen. (Wundt, Physiol.)

Ganz ähnlich wie die Tastkörperchen sind nun auch die Vater'schen oder Pacini'schen Körperchen gebaut. Es finden sich dieselben in dem Unterhaut-Bindegewebe der Finger, Zehen, in der Handfläche und Fusssohle, aber auch in der Bauchhöhle und an den Gaumen- und Gelenknerven. Sie sind so gross, dass man sie mit blossem Auge sehen kann, sie erreichen z. B. eine Länge von ungefähr 2 Mm., ihre Farbe ist dann hell, durchscheinend, glänzend. Im Innern derselben bemerkt man einen weisslichen langen Streifen. Untersucht man sie unter dem Mikroskope, so findet man, dass sie auch von

einer Bindegewebshülle äusserlich umgeben werden. Diese Hülle ist aber aus mehrern Schichten zusammengesetzt, welche ähnlich wie Zwiebelschalen übereinander und umeinander liegen und insgesammt einen nierenförmigen Körper darstellen. Am spitzen Ende desselben tritt die Nervenfaser ein und verläuft endlich in einem langgestreckten, cylindrischen Innenkolben, welcher auch von einer feinkörnigen Masse erfüllt ist und ein weissliches Aussehen besitzt. Die Endfaser der Nervenendigung erscheint vollständig hell glänzend, ihr äusserstes Ende ist etwas aufgetrieben, ihre Hülle hat sie verloren, sie erscheint ebensowenig wie die Endfasern, welche in die andern Tastkörperchen eintreten, doppelt contourirt, sondern nur einfach. In keinem Falle treten diese Tastkörperchen und Tastapparate direct an die Oberfläche des Körpers, sondern sie liegen unter der Haut, unter der Epidermis. Wenn nun ein Stoss oder Reiz auf die Haut ausgeübt wird, so überträgt sich derselbe auf das Polster des Tastkörperchens, dieses leitet ihn weiter auf den Innenkolben, also auf jene zähflüssige, fein granulirte Substanz, und von hier aus wird er endlich auf die Nervenendigungen übertragen, durch den Nerv zum Gehirn oder Rückenmark geleitet, woselbst er zum Bewustsein kommt. Die sensiblen Nerven stehen mit den motorischen in einem gewissen Zusammenhange, indem die Reize, welche sie dem Gehirn und Rückenmark zuführen, im Gehirn eine weitere Nerventhätigkeit veranlassen, es werden daselbst die motorischen Nervenfasern in Thätigkeit versetzt, dieselben gehen zur Musculatur und bewirken durch ihre Einwirkung auf die Muskelfasern Contraction gewisser Muskelpartien, es wird auf einen äusseren Reiz hin stets durch Bewegung reagirt.

Dass die Bewegungsnerven und sensiblen Nerven voneinander bis zu einem gewissen Grade unabhängig sind, ist früher schon erwähnt worden, wir haben gesehen, dass man durch operative Eingriffe am Rückenmark die Ursprungsstelle der Bewegungsnerven durchschneiden kann, worauf das betreffende Individuum auf Reize nur heftigen Schmerz fühlt, aber nicht durch eine entsprechende Bewegung gegen dieselben ankämpfen kann. Durchschneidet man andererseits die empfindenden Nerven, so hört das Gefühl auf, während die Bewegungen noch vollführt werden können, wie dies z. B. auch bei einzelnen Krankheiten in ähnlicher Weise stattfindet. Jene Personen, welche an der sogenannten Rückenmarksschwindsucht leiden, vermögen sich wohl zu bewegen, jedoch haben sie in den Extremitäten kein Gefühl mehr, sie fühlen den Untergrund, auf welchem sie gehen, nicht, sondern sie müssen das Gesicht zur Orientirung zu Hülfe nehmen, sie sind

vollständig hülflos, sobald sie ihre Augen nicht in Anwendung bringen können.

Man unterscheidet nun Druckempfindungen und Temperaturempfindungen, für die man je einen besonderen Sinn annimmt, und fügt diesen beiden noch den Ortssinn zu.

Der Drucksinn. Er beruht auf der Fähigkeit unserer äusseren Haut, Reize, welche in Gestalt eines äusseren Drucks auf sie ausgeübt werden, zu empfinden. Die verschiedenen Regionen des Körpers verhalten sich dieser Fähigkeit gegenüber nahezu gleich gross, indem selbst die nervenreichsten der äusseren Hautstellen, wie die Spitzen der Finger, Lippenränder, Zungenspitze u. s. w., nur um ein Geringes mehr empfinden als die nervenarmen Theile, der Rücken, die Brust, die Arme, die inneren Schenkelseiten u. s. w. Man hat ungefähr gefunden, dass an der Stirn, auf der Schläfe, am Vorderarm, am Handrücken noch ein Gewicht von $^2/_{1000}$ Grm. empfunden wird, während das Kinn, die Bauchwand, die Nase nur noch ein Gewicht von ungefähr $^1/_{400}$ Grm. empfinden. Es ist dies jedoch für die verschiedenen Individuen verschieden; während die eine Person schwache Reize schon fühlt, bleibt eine andere selbst auf stärkere noch empfindungslos.

Die Temperaturempfindung bezeichnen wir als warme oder als kalte Empfindung. Warm nennen wir alle diejenigen Gegenstände, deren Temperatur höher ist als die der eigenen Haut, kalt sind diejenigen, deren Temperatur niedriger ist als die der Haut. Es sind hierbei selbstverständlich grosse Schwankungen möglich, denn die Temperatur der Haut ist eine sehr verschiedene, wofür wir hier ein bestimmtes Beispiel folgen lassen wollen. Wenn sich z. B. zwei Personen die Hand geben, von denen die eine im warmen Zimmer war und mit den Händen fortwährend arbeitete, sodass die Temperatur der äusseren Haut an den Händen eine verhältnissmässig hohe war, während die andere aus dem Kalten kommt, woselbst die Haut der Hände durch einen langen, andauernden Wärmeverlust ihrer Temperatur nach bedeutend gesunken ist, so hat beim Berühren der Hände die erste Person ein kaltes Gefühl, während die zweite ein warmes Gefühl wahrnimmt. Dies gilt für jeden unserer Körpertheile, es sind die verschiedenen Hautstellen unseres Körpers nicht alle gleich warm, sondern die von Kleidungsstücken entblössten zeigen oft beträchtliche Temperaturschwankungen, die Hände sind z. B. vielfach kälter als das Gesicht oder bedeutend kälter als die von Kleidungsstücken bedeckten Hautstellen. Berühren wir solche Theile des Körpers mit den Händen, so haben wir gleichzeitig an den betreffenden Körperstellen ein kaltes Gefühl, während wir an

unsern Händen ein warmes Gefühl wahrnehmen. Man nimmt an, dass die mittlere Temperatur der äusseren Haut ungefähr 18 Grad Celsius betrage, es können Temperaturunterschiede wahrgenommen werden, welche $^1/_6$ — $^1/_8$ Grad betragen. Die Temperaturempfindung hängt gleichzeitig von der Grösse der Hautstelle ab, welche einer von ihr verschiedenen Temperatur ausgesetzt wird. Tauchen wir die Hand in warmes Wasser, so haben wir eine stärkere Wärmeempfindung, als wenn wir nur einen Finger in dasselbe eintauchen. Die Wärme gut leitender Gegenstände fühlt sich im Allgemeinen kälter an als die derjenigen, welche die Wärme schlecht leiten. Lassen wir z. B. ein Stück wollenes Zeug und ein Stück Metall längere Zeit in derselben Temperatur liegen und berühren wir, wenn diese Gegenstände gleiche Temperatur haben, dieselben mit unsern Händen, so scheint das Metall bedeutend kälter zu sein als das Stück Wollenzeug. Es ist dies daraus zu erklären, dass von dem Metall bedeutend mehr Wärme unserer Hand entzogen wird als von dem wollenen Stoffe. Interessant ist, dass uns kalte Körper schwerer zu sein scheinen als warme vom gleichen Gewicht.

Der Ortssinn ist die Fähigkeit, äussere Reize, welche auf die Haut ausgeübt werden, auf diejenigen Hautstellen zurückzuführen, auf welche sie einwirken. Es ist allgemein bekannt, dass viele Reize, welche auf Theile unseres Körpers wirken, die wir nicht genau sehen können, nur äusserst schwer zu localisiren sind; ebenso ist es nicht leicht, im Dunklen oder mit verbundenen Augen sofort zu präcisiren, auf welche äussere Hautstelle der Reiz, sei es Druck- oder Temperaturreiz, ausgeübt wird. Die verschiedenen Körperstellen verhalten sich hinsichtlich des Ortssinns sehr verschieden. Man hat eine einfache Methode erdacht, um den Ortssinn für verschiedene Hautstellen zu prüfen. Man lässt nämlich gleichzeitig zwei Eindrücke nebeneinander wirken und verlangt dann von der betreffenden, zum Versuch verwandten Person, dass sie angebe, ob die beiden Reize noch getrennt wahrzunehmen sind oder ob sie als ein Reiz empfunden werden. Nimmt man beispielsweise ein paar Nadeln, welche gegeneinander verschiebbar sind, sodass man die Entfernung ihrer Spitzen genau bestimmen kann, und setzt man diese Nadeln auf den verschiedenen Hautstellen auf, so wird man finden, dass ein doppelter Reiz an der Lippe, den Fingerspitzen, auf der Zunge u. s.w. schon gefühlt wird, während die Stellen des Rückens und Bauches noch einfache Reize wahrnehmen. Am feinsten fühlt man mit der Zungenspitze, an derselben können also die Nadeln am nächsten zusammengebracht werden und werden doch noch als doppelt erkannt.

Die Distanz der beiden Nadeln beträgt an dieser Stelle ungefähr 1 Mm., an den Fingerspitzen müssen sie schon 2 Mm. auseinandergerückt werden, um doppelt empfunden zu werden, am rothen Lippenrande um 4 Mm., am Hals um ca. 30, auf dem Rücken, am Oberarm, Oberschenkel endlich um 68 Mm. Es ist hierbei aber stets zu bedenken, dass die Uebung diese Zahlen stark zu modificiren vermag. Derjenige, welcher, wie z. B. der Blinde, so vielfach auf sein Tastvermögen angewiesen ist, wird einen viel feineren Ortssinn besitzen als derjenige, der seine Hände bloss zum Holzhacken gebraucht.

Die Functionen der Nerven- und Muskelelemente.

Ein Nervensystem kann nur ausgebildet sein, wenn gleichzeitig auch eine Musculatur vorhanden ist, welche durch dieses System in ihrer Arbeit geregelt und bestimmt werden soll. Gerade der Umstand, dass wir bei Pflanzen weder Nervensystem noch Sinnesorgane noch Bewegungsapparate finden, zeigt uns klar, in wie innigem Zusammenhange diese drei verschiedenen Apparate miteinander stehen. Dadurch, dass das Thier und der Mensch eine so hohe Selbstständigkeit haben, das Vermögen, fortwährend ihre Stelle zu ändern und eine Reihe von willkürlichen Bewegungen auszuführen, unterscheiden sie sich am meisten von den an ihre Stelle festgebannten Pflanzen, denen nur im geringen Masse die Fähigkeit der Bewegung zukommt. Zunächst finden wir in der Thierreihe auch nur die Bewegungsapparate angedeutet; unsere Süsswasserpolypen z. B. besitzen die Fähigkeit, sich zu bewegen und auch scheinbar willkürlich zu bewegen, trotzdem haben sie keine nachweisbaren Sinnesapparate und ebenso wenig ein nachweisbares Nervensystem, erst bei ihren höher stehenden Verwandten, welche im Meere leben, kann man einen Muskelapparat unterscheiden, welcher durch ein schon verhältnissmässig complicirt gebautes Nervensystem beeinflusst wird; ausserdem sind den Körpern dieser Thiere behufs Orientirung einfache Sinnesorgane beigegeben worden. Je höher wir in der Thierreihe hinaufgehen, um so mehr finden wir, dass sich der Muskelapparat vervollkommnet, dass aber auch gleichzeitig der Nervenapparat ein complicirterer wird, dass sich Theile desselben mehr und mehr selbstständig machen und nicht mehr direct mit der Muskelarbeit in Zusammenhang treten. Beim Menschen endlich sind diese Verhältnisse am schärfsten ausgesprochen. Wir haben gesehen, welchen hoch com-

plicirten Bau unser Nervensystem aufweist, wir wissen aber auch, dass diesem Nervensystem nicht nur die Function zukommt, unsere Musculatur zu beeinflussen, sondern dass an das Centralorgan des Nervensystems, an das Gehirn, auch die Geistesfunctionen geknüpft sind. Es ist das Nervensystem zum Sitz der geistigen Functionen geworden, also jener Functionen des Körpers, welche scheinbar von allen andern Functionen unabhängig sind, von denen wir jedoch nachweisen können, dass sie mit einfachen Nerventhätigkeiten wie mit der Sinnesthätigkeit im engsten Zusammenhange stehen. Im Grossen und Ganzen stellen sich nun die Nerven, welche von den Centralorganen nach den einzelnen Organen des Körpers und von diesen zurück nach den Centralorganen gehen, als Leitungsbahnen dar, welche eine ziemlich homogene Beschaffenheit besitzen. Sie sind den Telegraphendrähten vergleichbar, nur wechselt ihr lebender Inhalt je nach den mehr oder minder energischen Functionen, welche sie auszuüben haben. Die Ernährung der Nerven scheint auf zweierlei Weise vor sich zu gehen, erstens durch Aufnahme flüssiger Nahrung auf der ganzen Strecke der Nervenbahn, dann weiterhin durch Arbeit der sogenannten Nervenzellen, in welche je ein Nerv übertritt. Man hat, und auch wohl mit ziemlichem Rechte, die Arbeit der Nerven den elektrischen Erscheinungen verglichen, damit jedoch noch keine Definition gegeben, denn wenn wir auch wirklich wissen, dass die Elektricität eine Bewegungserscheinung ist, so haben wir doch noch keine Ahnung davon, wie diese Bewegung zu Stande kommt und in welcher Weise sie auf die Körper zu wirken vermag. Dass natürlich bei einer Leitung in einen Nerv auch Vorgänge vor sich gehen müssen, die ihren Ausdruck in einer hochgradigen Bewegung haben, ist sicher, jedoch wissen wir nicht, ob diese Bewegungen innerhalb der Nerven nun durch eine Zersetzung der Nervensubstanz selbst hervorgerufen werden. Dass jedenfalls chemische Vorgänge dabei mit im Spiele sind, ist anzunehmen, inwieweit physikalische Kräfte einzuwirken vermögen, können wir nicht bestimmt sagen. Die Reizung geht, wie wir schon erwähnten, von einer Sinnesepithelzelle aus, sie wird von dieser Sinnesepithelzelle auf das Centralnervensystem übertragen, von hier aus wird der Reiz durch einen weiteren Nervenstrang der betreffenden Musculatur übermittelt.

Bei der Sinnesreizung wissen wir ganz genau, dass es Bewegungen sind, welche auf die der Nervenendigung ansitzende Sinneszelle ausgeübt werden müssen, um den Nerv selbst in Thätigkeit zu versetzen. Im Centralorgane, also im Gehirn und Rückenmark, werden

nun die von den Sinnesorganen eingeleiteten Bewegungen in der verschiedensten Weise weiter dirigirt, auf das Wie können wir nicht einmal mit Hypothesen antworten.

Früher schon ist bemerkt worden, dass an eine jede Muskelfaser und an die meisten Zellschichten des Körpers Nervenendigungen herantreten. Dieselben leiten die Reize, welche vom Gehirn kommen, auf die Muskelfaser über, sie versetzen die Zellsubstanz der Elemente, in welchen sie endigen, in Bewegung und bewirken dadurch theils heftigere Bewegungserscheinungen, sogenannte Contraction, wie wir es bei der Muskelzelle nennen, theils auch chemische Veränderungen und chemische Processe innerhalb der Zellen. Bei einer Drüsenzelle z. B. müssen wir annehmen, dass durch die ihr eventuell von Nerven übermittelten Reize der gesammte Inhalt der Zelle derartig in Mitleidenschaft gezogen wird, dass sich bestimmte chemische Verbindungen zersetzen oder umlagern und dadurch die Producte der Drüsenzelle, die Secrete, liefern. Solche chemische Umlagerungen können wir ja auch durch einfache Experimente hervorrufen. Wenn wir z. B. innerhalb einer chemischen Verbindung Schwingungen in Gestalt von Wärme, Licht oder Elektricität einwirken lassen, so werden dadurch die betreffenden Verbindungen in einfachere zerlegt; als ein Beispiel dafür mag Folgendes dienen: Das Wasser, also einer der gewöhnlichsten Stoffe unseres Planeten, besteht aus zwei Grundkörpern oder Elementen, wie wir zu sagen pflegen, dem sogenannten Wasserstoff und dem Sauerstoff. Diese beiden Stoffe sind fest aneinander gebunden; wenn wir aber das Wasser stark erhitzen, dadurch dass wir den Wasserdampf in weissglühende Retorten einleiten, so versetzen wir die einzelnen Molecüle des Wassers in äusserst heftige Schwingungen, durch dieselben zwingen wir die Atome in den Molecülen ihre Aneinanderheftung aufzugeben und Selbstständigkeit anzunehmen. Ein Gleiches findet auch statt, wenn wir an Stelle der Wärmeschwingungen elektrische einsetzen; es werden dann gleichfalls, sobald wir z. B. einen elektrischen Strom durch Wasser hindurchleiten, die einzelnen Molecüle des Wassers zersetzt, wie wir zu sagen pflegen, d. h. die Atome Sauerstoff und Wasserstoff werden auseinandergerissen und treten isolirt zu Tage. Durch den Einfluss von solchen Schwingungen können aber auch chemische Verbindungen neu gebildet werden. Wenn wir z. B. in eine Flasche bestimmte Mengen von Chlorgas und Wasserstoffgas einleiten und dieses Gemisch den Strahlen der Sonne aussetzen, so werden durch die Schwingungen, welche das Sonnenlicht ausübt, die Chloratome und Wasserstoffatome veranlasst, sich miteinander zu verbinden, es entsteht unter heftiger

Explosion der sogenannte Chlorwasserstoff, eine feste chemische Verbindung. Aber auch schon durch ganz mechanische Einwirkungen, wie z. B. durch mechanische Schläge, Hammerschlag u. s. w., können verschiedene chemische Verbindungen gelockert werden, so z. B. jene Sprengstoffe, welche wir als Dynamit, Knallquecksilber u. s. w. bezeichnen. Bei vielen ähnlichen Stoffen genügt oft schon die Berührung mit einer Federfahne, um sie zu zersetzen. Solche Vorgänge werden nun gewiss auch innerhalb der Nerven- und Muskelelemente vor sich gehen, wenn dieselben functioniren. Bei der Nervenzelle haben wir weiter nichts anzunehmen, als dass dieselbe gleichmässig den ihr übermittelten Reiz, also die Bewegungen ihrer feinsten Theilchen, auf andere Zellen überträgt. Es sind allerdings dabei eine Reihe von Umformungen nöthig, die nicht leicht zu definiren sind, selbst wenn man die Physik und Chemie mit in den Kreis der Betrachtungen ziehen wollte. Welche Theile der Nervenzelle die eigentlich leitenden sind, ist auch noch nicht mit Gewissheit zu bestimmen, sehr wahrscheinlich ist es, dass der centrale Fasertheil, der sogenannte Achsencylinder, die Leitung des Reizes übernimmt, denn er fehlt niemals, sondern setzt sich in die Substanz der Ganglienzellen direct fort. Die um diesen Achsencylinder herumliegenden Bestandtheile der Nervenfaser werden vielleicht dazu dienen, den Achsencylinder zu ernähren, d. h. ihm neue Nahrung zuzuführen und schon verbrauchte Theile aus ihm herauszuschaffen. Mit der Leitung werden sie wenig zu thun haben, denn wir kennen eine ganze Anzahl von Nervenfasern, welche ihrer entbehren, aber dennoch normal zu functioniren vermögen.

Bei der Muskelfaser ist die contractile Substanz, also das hauptsächlich active Element der Zelle, in sehr verschiedener Weise vertheilt. Entweder finden wir dies Zellplasma in gleichmässigen Schichten über die gesammte Muskelfaser verbreitet, wie solches bei der glatten Muskelfaser der Fall ist, oder es ist, wie in der quergestreiften Muskelfaser, die contractile Substanz localisirt und zwar wahrscheinlich zum Zweck des besseren Functionirens an verschiedenen parallel zu einander gelagerten Stellen, welche der Muskelfaser in ihrer Gesammtheit das Aussehen einer parallel geschichteten Zelle geben. In diesen quergestreiften Muskelfasern wird die Ernährung nicht vom Innern der einzelnen Elemente aus besorgt, sondern es scheint auch durch Osmose Nahrungsmaterial auf der ganzen Oberfläche der Faser einzudringen. Ueber das chemische Verhalten der einzelnen Muskelbestandtheile vermögen wir zur Zeit noch nichts zu sagen. Man hat es zwar versucht, Analysen der Muskelsubstanz

zu geben, dieselben sind aber durchaus nicht genau und können infolge dessen hier übergangen werden.

Die Schwingungen, welche der Nerv auf die Muskelfaser überträgt, haben zur Folge, dass dieselbe ihre Form wechselt, und dabei ist es interessant, dass eine ganze Anzahl äusserer Einflüsse ähnliche Aenderungen der Fasersubstanz oder, um uns anders auszudrücken, des contractilen Plasmas hervorrufen. Wenn wir z. B. auf eine Muskelfaser einen elektrischen Strom einwirken lassen und diese Einwirkung nicht zu lange fortsetzen, so wirkt derselbe ganz ähnlich wie die durch die Nervenfaser übermittelte Erregung, d. h. der Muskel contrahirt sich, reagirt also in scheinbar normaler Weise. Ganz Aehnliches gewahren wir auch, wenn wir andere mechanische Einflüsse auf die Zellsubstanz wirken lassen, es können dann auch Contractionen stattfinden, jedoch dauern dieselben nicht lange, sondern wirken nur vorübergehend. Als solche Einflüsse haben wir mechanischen Druck, sogenannte thermische und chemische Reizungen zu unterscheiden. Durch einen einfach mechanischen Reiz wird meist eine dauernde Contraction der gereizten Stelle erzeugt, es erfolgt meist eine einfache Zuckung. Unter thermischer Reizung verstehen wir die Abwechslung zwischen hohen und niedrigen Temperaturen. Lässt man nämlich die Temperatur, der eine Muskelfaser ausgesetzt ist, schnell sinken, so wird dadurch auch eine plötzliche Zuckung innerhalb der Faser hervorgerufen. Chemische Reize können dadurch erzeugt werden, dass man verschiedene Reagentien, wie z. B. Säuren, Alkohol, stärkere Kochsalzlösung u. s. w., auf die Muskelfaser direct einwirken lässt. Diese Reagentien werden natürlich durch die äussere Membran der Faser hindurchdringen und eine chemische Umwandlung der Muskelsubstanz bewirken, wodurch dann eine Contraction derselben eintritt.

Wenn alle diese ebengenannten künstlichen Reize nur ganz kurze Zeit und schwach auf die Muskelfaser einwirken, so ist es nicht nöthig, dass die Zellsubstanz sofort zu Grunde geht, sondern es kann sich die Faser langsam wieder erholen und nach und nach wieder für längere Zeit in Thätigkeit versetzt werden. Selbstredend können solche Untersuchungen nur schlecht bei normalen Muskeln ausgeführt werden, meist ist es nothwendig, dass man frisch herausgenommene Fasern untersucht, dieselben werden dann natürlich nicht die Erscheinungen in demselben Grade zeigen wie solche, welche mit den umgebenden Geweben in Verbindung sind. Für unsere Zwecke genügt es, wenn wir festhalten, dass die verschiedensten, die Muskelsubstanz in Schwingungen versetzen-

den Einflüsse gleiche Erscheinungen in der Muskelfaser zur Folge haben.

Zwischen einem auf die äussere Haut z. B. ausgeführten Reiz und der Erregung einer bestimmten Muskelpartie infolge dieses Reizes verläuft immer eine gewisse Zeit; wenn wir z. B. eine Hautstelle stechen, so wird nicht in demselben Moment, wo die Nadel eine Nervenendigung trifft, der Reiz wahrgenommen und an die Musculatur übertragen, sondern es vergeht ein Theil einer Sekunde, ehe wir den Nadelstich fühlen, und ebenso vergeht eine kurze Zeit, bevor wir auf den Stich zu reagiren vermögen. In den Nervenbahnen durchläuft der Reiz ungefähr 26 M. in der Sekunde; wenn wir also annehmen, dass eine gereizte Stelle von dem betreffenden Centralorgan ein Meter entfernt sei, so werden wir erst nach $^1/_{26}$ Sekunde den Reiz empfinden. Nun wird ein gewisser Muskel erregt und dies geschieht erst nach Ablauf einer bedeutend grösseren Zeit, denn vom Centralorgan durchläuft die Erregung ungefähr $2^1/_2$ M. in einer Sekunde. Wenn also der anzuspannende Muskel ein Meter weit entfernt ist, so werden wir erst $^1/_3$ Sekunde nach erfolgtem Reize die Contraction wahrnehmen.

Es sind diese Zahlen, welche hier angeführt werden, natürlich nur allgemeine Durchschnittszahlen; die verschiedenen Nerven und Muskeln verhalten sich nicht alle gleich, es kommt darauf an, in welchem Zustande sich beide befinden. Wird doch unter Umständen ein Reiz, welcher auf eine Muskelfaser ausgeübt wird, gar nicht einmal mehr im Stande sein, dieselbe anzuregen, wie wir es z. B. beobachten können, wenn man die Muskelfaser der Einwirkung verschiedener Gifte aussetzt. Ein solches Gift ist beispielsweise das sogenannte Curare oder indianische Pfeilgift. Wirkt es in ganz verdünnten Lösungen auf Muskeln ein, so verlieren die einzelnen Fasern derselben die Fähigkeit, auf Reize zu reagiren. Injicirt man daher dies Pfeilgift in den Körper, so vermag das betreffende Individuum wohl den Schmerz zu empfinden, es vermag jedoch nicht durch Muskelbewegungen auf diesen Schmerz zu reagiren, sondern ist, wie wir zu sagen pflegen, gelähmt.

Ein ähnliches Verhalten können übrigens auch die Nerven zeigen. Bei gewissen Krankheiten oder nach Einwirkung gewisser Reagentien werden die Nervenfasern derartig verändert, dass sie leitungsunfähig werden, ohne dass zunächst die Musculatur in Mitleidenschaft gezogen wird. Es kann dann ein solches Individuum sich wohl bewegen, seine Muskeln also zusammenziehen, jedoch vermag es nicht zu fühlen und Reize, welche auf bestimmte Stellen ausgeübt werden, zu empfinden.

Wenn wir Schmerzen empfinden, so ist der Nervenapparat in irgend einer Weise gestört; solche Störungen scheinen häufig innerhalb der Musculatur zu liegen, können aber von derselben vollständig unabhängig sein. Wir haben uns nach und nach daran gewöhnt, Reize, welche auf die verschiedenen Theile unseres Körpers ausgeübt werden, zu localisiren, wir empfinden dann durch diejenigen Theile des Centralorgans, welche die betreffenden gereizten Stellen mit Nerven versorgen; daher werden z. B. Reize, welche man an beliebigen Stellen eines solchen Nervs ausübt, häufig nach bestimmten Theilen der äusseren Körperfläche verlegt oder scheinbar innerhalb gewisser Organe empfunden. Ein recht drastisches Beispiel hierfür ist z. B. der Umstand, dass Personen, denen man eine Extremität im höheren Alter amputirt hat, häufig noch Schmerzen innerhalb des gar nicht mehr vorhandenen Fusses oder Arms zu fühlen vermeinen; es geschieht dies dann, wenn z. B. die Nerven, welche an die betreffenden Körpertheile herangingen, in ihrem oberen Verlaufe, z. B. nahe am Rückenmark, gereizt werden.

Wenn gewisse Stellen der Centralorgane durch Krankheit zerstört werden, so finden gleichzeitig Lähmungen in denjenigen Muskelabschnitten statt, welche von Nerven versorgt werden, die aus dem betreffenden Abschnitte des Centralorgans hervorgingen. Reizt man nun solche gelähmte Muskeln auf mechanische Weise, z. B. durch den elektrischen Strom u. s. w., so finden doch noch Contractionen derselben statt.

Wir können unter Umständen das Centralnervensystem zerstören und dennoch kommen Bewegungen einzelner Theile durch ausgeübte Reize zu Stande, wir bezeichnen solche Bewegungen, welche unabhängig von der Thätigkeit der Centralorgane vor sich gehen, als Reflexbewegungen.

Durch Uebung kann die Fähigkeit eines Muskels, Arbeit auszuüben, gesteigert werden; es nimmt dabei der Muskel nicht etwa an Volumen zu, sondern die eigentlich bewegende Substanz der einzelnen Fasern passt sich nach und nach den an dieselbe gestellten Anforderungen an. Wenn wir beispielsweise täglich versuchen, ein Gewicht zu heben, und das Gewicht gerade so abpassen, dass es eben noch gehoben werden kann, so werden wir finden, dass wir nach wenigen Tagen schon das Gewicht etwas vergrössern müssen, und wir können diese Vergrösserung bis zu einem Maximum steigern, welches dann allerdings nicht mehr überschritten werden kann.

Die Bewegungen des Körpers.

Es ist schon erwähnt worden, dass die Sinnesorgane den Zweck haben, die Bewegungen des Körpers zu regeln und zu leiten, und schon bei dem Skelett und bei der Musculatur haben wir einige Arten der Bewegungen, besonders die der Extremitäten in allgemeinen Zügen besprochen. Aber jetzt erst, nachdem wir den Sinnes- und Nervenapparat kennen gelernt haben, werden wir einen vollen Ueberblick über die verschiedenen Arten der Bewegungen gewinnen. Es genügt nun, wie wir wissen, nicht bloss ein festes Skelett oder ein sonstiger Stützapparat, um eine Bewegung einzuleiten, auch wenn wir an ihm die nöthige Musculatur voraussetzen, sondern es müssen diese Muskeln erst durch den Nervenapparat in den Zustand der Contraction gebracht werden; die Nerven hinwiederum müssen durch die Sinnesorgane in der richtigen Weise erregt und zum normalen Functioniren veranlasst sein.

Eine ganze Anzahl von Bewegungen führen wir scheinbar ganz unwillkürlich aus: wenn wir einen Schlag vom Gesicht abwenden wollen, so biegen wir beispielsweise den Körper zurück und heben den Arm oder wir bewegen den gesammten Körper nach irgend einer Seite hin; wenn wir etwas sehen, was entfernt von uns ist, so führen wir eine Bewegung nach dem betreffenden Gegenstande aus, wir suchen das Gesehene eventuell durch Bewegungen der Arme, durch Greifen u. s. w. zu erlangen, und wir gebrauchen ganz unwillkürlich, ohne dass es uns, wie wir sagen, zum Bewusstsein kommt, den gesammten complicirten Apparat.

Es ist bei uns aber nicht immer so gewesen, wir müssen hier uns stets daran erinnern, dass wir die meisten Bewegungen des Körpers, soweit sie wenigstens zweckmässig sein sollen, erst lernen mussten. Das neugeborene Kind z. B. vermag noch nicht auf einen Reiz durch eine entsprechende Bewegung zu reagiren, sondern es treten nur allgemeine Bewegungen auf, erst nach und nach lernt es, die einzelnen Extremitäten und die einzelnen Muskelpartien seines Körpers zu gebrauchen und sie seinem Willen unterzuordnen. Es greift so lange nach dem Monde oder nach weit entfernten glänzenden Gegenständen, bis es durch die Uebung in Erfahrung gebracht hat, dass solche Bewegungen zwecklos sind.

Wenn wir gehen, so bewegen wir unsere Beine ganz gedankenlos, wie wir zu sagen pflegen, wir wissen häufig nicht, dass wir im Zustande der Bewegung sind, das Kind hingegen, welches die ersten Gehversuche macht, muss sich anstrengen, es muss sich daran ge-

wöhnen, die Beinmusculatur und die des Rumpfes in der zweckentsprechenden Weise zu gebrauchen.

Wir könnten diese Beispiele für alle willkürlichen Muskelpartien des Körpers wiederholen, es würde das jedoch keinen Zweck haben.

Hier sei nun weiterhin erwähnt, dass eine grosse Anzahl von Bewegungen grösserer Art in unserem Körper vor sich gehen, welche unserem Willen nicht unterworfen sind: das Herz schlägt, wie wir sagen, es zieht sich zusammen und dehnt sich aus, unser gesammter Darmapparat bewegt sich, er drückt die Speise von vorn nach hinten zu, ohne unser Zuthun, die Iris in unserem Auge zieht sich zusammen, wenn wir in das Helle sehen, und dehnt sich aus, wenn wir das Auge verdunkeln, ohne dass wir es ändern können. Unser Brustkasten hebt und senkt sich, damit unsere Lungen mit Luft gefüllt werden und die schlechte Luft wieder ausathmen, und wir können es dauernd nicht hindern. Alle diese Bewegungen fanden sich auch schon beim Neugeborenen, zum Theil fanden sie sich auch schon vor der Geburt, denn das Herz schlägt schon beim Embryo und ebenso gut bewegt sich der Darm desselben.

Nach diesen Beispielen können wir sehen, dass wir zwei Gruppen von Bewegungen unseres Körpers unterscheiden müssen, die willkürlichen und die unwillkürlichen. Die ersteren müssen gelernt werden, d. h. unser Wille muss auf bestimmte Nerventheile einwirken, nachdem wir durch unsere Sinnesorgane die Weisung zur Bewegung erhalten haben; die unwillkürlichen hängen mit den allgemeinen Lebenserscheinungen zusammen, sie werden nicht von dem Gehirn aus veranlasst, sondern es sind Veränderungen im Blute, im Darm u. s. w., welche den Anstoss zu diesen Bewegungen geben.

Ueber die unwillkürlichen Bewegungen ist nach allem schon Gesagten an dieser Stelle wenig mehr zu erwähnen, wohl aber müssen wir auf die willkürlichen etwas näher eingehen.

Die erste Bewegung, welche den Menschen vor andern Geschöpfen auszeichnet, ist die, dass er es versuchte, sich aufzurichten und nur die Beine zu Bewegungsorganen zu benutzen. Es setzt dies natürlich eine gewisse Geschicklichkeit voraus, und wir sehen es bei Kindern, wie lange es dauert, ehe sie aus der kriechenden Stellung in die aufrechte überzugehen vermögen. Die Beinmusculatur und die Lendenmuskeln müssen so gekräftigt werden, dass eine Streckung der Beine nach hinten ohne Schwierigkeit erfolgt. Dass natürlich mit dieser Stellung ein wesentlich verschiedener Bau der Muskeln im Vergleich mit denen der höheren Wirbelthiere stattfindet, ist

leicht ersichtlich. Nehmen wir ein Säugethier, so gewahren wir, dass die vier Extremitäten den Boden berühren und meist gleichzeitig zur Bewegung benutzt werden, es dienen dabei die vorderen als Hemmwerkzeuge, die hinteren Extremitäten hauptsächlich als Bewegungsorgane. Durch seinen aufrechten Gang hat sich nun der Mensch von solchen Verhältnissen vollständig entfernt; sein Körper wird allerdings durch die hinteren Extremitäten bewegt, die vorderen hat er aber, wie wir schon erwähnten, zu einer grossen Menge von Thätigkeiten zu verwenden gewusst; nur in ganz einzelnen Fällen, dann, wenn wir zu klettern versuchen, werden die vorderen Extremitäten zum Theil mit als Bewegungsorgane verwendet.

Durch die gelenkige Ausbildung unserer Hand, durch die Einschlagbarkeit des Daumens gegen die übrigen Finger besitzen wir einen Pincetten-Apparat, welcher uns zu den allerverschiedensten Bewegungen dieser Extremitäten, zur Ausführung der mannigfaltigsten Verrichtungen geschickt macht. Weiterhin vermögen wir den Kopf gerade nach vorn zu halten, sodass die Fortsetzung des Halses und eine Linie, welche wir uns durch den Mund gedacht denken, senkrecht aufeinander stehen. Die Bewegungen des Kopfes sind allerdings verhältnissmässig beschränkte, ebenso wie die Bewegungen, welche unsere Wirbelsäule auszuführen vermag.

Die Schwerpunktslinie des Körpers geht durch den hinteren Theil des Schädels an der Wirbelsäule vorbei durch das Becken hindurch und endet vor der Ferse. Beim aufrechten Stehen liegen also eine grosse Anzahl von Organen vor dieser Schwerpunktslinie und es bedarf einer gewissen Muskelanstrengung, um uns vollständig gerade aufzurichten. Daher ermüdet auch das straffe Stehen nicht allein unsere Beine, deren Waden- und Schenkelmuskeln angespannt sind, sondern auch den übrigen Körper, den Hals und Kopf. Wir haben das Bestreben, beim Gehen und Stehen den Körper etwas nach vorn zu beugen, die Schwerpunktslinie also zu verlegen; es tritt diese Beugung unwillkürlich dann ein, wenn, wie im hohen Alter, die Musculatur anfängt zu erschlaffen.

Beim normalen Gehen, denn dies ist doch die Hauptbewegung, welche activ vom Körper ausgeübt wird, findet eine möglichst geringe Muskelthätigkeit statt. Wir müssen fortwährend beim Gehen balanciren, d. h. unsern Schwerpunkt stets zu stützen versuchen. Da dies nun am leichtesten geschieht, wenn wir ein Bein vorwärts stellen und dann erst das andere nachziehen, so bewegen wir uns schreitend von der Stelle, nicht hüpfend. Bei der letztgenannten Bewegung würde das Balanciren erschwert werden, weil die Schwer-

punktslinie nur durch einen verhältnissmässig kleinen Fussraum hindurchgeht. Die Beine bewegen wir pendelartig, und um den Rumpf nicht mit in eine solche Bewegung hineinzuziehen, bewegen wir den Beinen entgegengesetzt die Arme ebenfalls beim Gehen, besonders beim schnellen Gehen.

Dass wir eine ganze Anzahl von verschiedenen Gangarten unterscheiden, ist ja hinreichend bekannt, wir gehen, laufen, hüpfen, springen, tanzen, wir klettern, schwimmen u. s. w. Es kann selbstverständlich auf diese oft complicirten Bewegungen nicht eingegangen werden. Der Tanz ist ein rhythmisches Bewegen der Beine und des Körpers, wobei theils ein Fortschreiten, theils ein Drehen des Körpers um sich selbst stattfindet; beim Klettern verwenden wir Hände und Beine als Bewegungsapparate, gleichzeitig klammern wir uns auch mit denselben an die zu erklimmenden Gegenstände an; beim Schwimmen endlich können wir unterscheiden das aufrechte Schwimmen oder Wassertreten und das mehr horizontale. Beim ersteren verfahren wir nach dem Principe des Ganges, indem wir das Wasser als Unterlage benutzen und durch Beugung und Streckung der Beine uns theils über dem Wasser zu erhalten versuchen, theils aber auch den Körper etwas vorwärts bewegen. Beim horizontalen Schwimmen nehmen wir bekanntlich Arme und Beine in Anspruch, wir rudern mit den Handflächen und gebrauchen die Hinterbeine ebenfalls zum Vorwärtsstossen und als Druckwerkzeuge auf das Wasser. Alle weiteren Bewegungserscheinungen, welche dem Willen des Menschen unterworfen sind, müssen wir hier übergehen; die Bildung der Sprache wie die Bewegungen der Zunge und des Kehlkopfes haben wir früher schon erwähnt, alle übrigen werden sich durch Combination der genannten Bewegungen von selbst ergeben.

Die Geschlechtswerkzeuge.

Als letztes der vegetativen Organe haben wir den Geschlechtsapparat zu betrachten, also jene Organe, welche zur Erhaltung der Art oder, wie wir kurz zu sagen pflegen, zur Fortpflanzung dienen. Bei den Thieren unterscheiden wir ausser den männlichen und weiblichen noch die Zwitter und solche, welche jeder Geschlechtsdifferenzirung entbehren. Unter den geschlechtlich differenzirten unterscheiden wir männliche und weibliche Individuen und dem entsprechend männliche und weibliche Geschlechtsapparate.

Die Zwitter haben in ihrem Organismus beide Apparate nebeneinander entwickelt, sodass ein jedes Individuum Mann und Weib

zu gleicher Zeit ist; die Begattung erfolgt bei denselben meist wechselseitig.

Beim Menschen haben wir nun die Geschlechter getrennt, jedoch bloss später von der Geburt ab, denn im unentwickelten Zustande ist der Mensch ähnlich wie ein Zwitter gebaut und erst spät entwickelt sich der eine oder der andere der Geschlechtsapparate nach einer Richtung hin weiter. Sogenannte Zwitter sind bestimmt noch nicht beobachtet worden, obgleich es allerdings absolut nicht unmöglich wäre, dass wenigstens die inneren Geschlechtsapparate zwitterhaft ausgebildet wären.

Bei dem Geschlechtsapparat müssen wir zwischen innerem und äusserem unterscheiden; der erstere dient dazu, die Geschlechtsproducte zu erzeugen, der äussere dient zur Begattung, er führt die Vereinigung der beiderlei Geschlechtsproducte, des Samens und des Eies, herbei. Da es für das Verständiss der Geschlechtsapparate durchaus nöthig ist, die Entwickelungsgeschichte dieser Organe zu verfolgen, so wollen wir dieselbe hier in einigen grossen Zügen betrachten, alles Weitere wird im dritten Abschnitte, welcher von der Entwickelung der Organe handeln wird, genauer ausgeführt werden.

Solange die Frucht oder der Embryo noch im Körper der Mutter ist, finden wir bei demselben einen äusserst wechselnden Bau, denn wir müssen bedenken, dass innerhalb des mütterlichen Organismus aus einer einfachen Zelle nach und nach ein dem entwickelten Menschen ähnliches Lebewesen erzeugt werden soll; infolge dessen legen sich auch die verschiedenen Organe des Körpers nicht gleich in der definitiven Weise an, sondern sie entwickeln sich aus einfachen Zellen nach und nach erst bis zu einer gewissen Vollkommenheit, die vollständige Ausbildung derselben erfolgt aber erst nach der Geburt. Schon früher ist bei der Betrachtung des Harnapparates erwähnt worden, dass derselbe beim Menschen mit dem Geschlechtsapparat in engste Beziehung tritt; wir müssen in unserer folgenden Betrachtung diesen Apparat nun auch noch nebeneinander betrachten.

Ungefähr im dritten und vierten Monate der Schwangerschaft gewahren wir bei der im mütterlichen Organismus sich entwickelnden Frucht die ersten Differenzirungen, welche auf die Entwickelung der Harn- und Geschlechtsapparate hindeuten. Diese Differenzirungen bestehen in einem gezackten Wulst, welcher unter der Wirbelsäule nach der späteren Bauchhöhle zu im Lenden- und Beckentheile derselben liegt; dieser Wulst wird als Wolff'scher Körper bezeichnet. Von ihm aus führt ein kleiner feiner Kanal nach dem unteren Ende

des Embryos hin, wir bezeichnen diesen Kanal als Wolff'schen Gang; daneben entwickelt sich sehr bald noch ein weiterer Gang, welcher ebenfalls nach hinten verläuft und den wir nach seinem Entdecker (dem berühmten Physiologen Müller) als Müller'schen Gang bezeichnen.

Aus dem Wolff'schen Körper gehen nun die Keimproducte erzeugenden Theile der Geschlechtsapparate, also diejenigen, welche die Eier entwickeln (die Eierstöcke oder Ovarien), und diejenigen, welche den Samen erzeugen (die Hoden), hervor. Aus den Wolff'schen und Müller'schen Gängen entwickeln sich nach und nach die Ausleitungswege für diese Keimstoffe und zwar aus den Wolff'schen Gängen die des Mannes, aus den Müller'schen Gängen die des Weibes. Dabei trifft es nun ein, dass, während sich die Wolffschen Gänge entwickeln, die Müller'schen nach und nach verschwinden; entwickeln sich die letzteren weiter, so verschwinden die ersteren.

Auf einem solchen Stadium ist es natürlich selbst dem tüchtigsten Anatomen schwer zu sagen, ob die sich entwickelnde Frucht ein männliches oder ein weibliches Individuum geworden wäre; dies kann man erst mit einer Gewissheit dann annehmen, wenn man gewahrt, wie sich ein Theil der eben kurz besprochenen Anlagen in einer Richtung hin weiter entwickelt.

Die inneren Geschlechtsorgane.

Die inneren Geschlechtsapparate bestehen, wie schon erwähnt worden, aus dem keimbereitenden Theile und den Ausführungsgängen desselben. Bei den keimbereitenden Organen haben wir zwischen männlichen und weiblichen zu unterscheiden; trotzdem sich beide aus gleichen Geweben entwickeln, zeigen sie in ihrer späteren Ausbildung doch wesentliche Unterschiede, denn der männliche Geschlechtsapparat ist nach Art einer Drüse gebaut, während der weibliche Geschlechtsapparat mehr als massiges Organ auftritt.

Wenn wir einen männlichen Embryo betrachten, so finden wir, dass neben den Nieren, welche ungefähr in der Mitte der Leibeshöhle liegen und ihren Harnleiter nach unten entsenden, ein paar kleine, rundliche Organe gelegen sind, von denen ebenfalls je ein Ausführungsgang neben dem Harnleiter herab nach unten verläuft, die Gänge gehen aber nicht hinter der Harnblase weiter, sondern sie treten vor der Harnblase, also auf der Bauchseite zusammen. Diese Organe sind die männlichen Geschlechtsdrüsen, die Hoden,

und ihre Ausführungsgänge, die Samenleiter. Wir sehen, dass dieselben anfänglich im Innern des Organismus selbst gelagert sind, und wir finden, dass sie erst verhältnissmässig spät von ihrer Stelle rücken und anfangen zu wandern, wodurch sie dann schliesslich aus der Bauchhöhle herausgelangen.

Ebenso liegen beim weiblichen Embryo die Eierstöcke auch als längliche, schmale Gebilde unter und neben den Nieren, über ihnen verläuft jederseits ebenfalls ein Ausführungsgang; diese Ausführungsgänge treten aber zwischen den Harnleitern zusammen und münden dann ebenso wie die Samenleiter am Grunde der Harnblase nach aussen.

Die Verhältnisse liegen also anfänglich ziemlich ähnlich, wozu noch kommt, dass die äusseren Geschlechtsorgane gleichförmig gebaut sind. Der äussere männliche Geschlechtsapparat entsteht zum Theil aus zwei miteinander verwachsenen Hälften, diese Hälften bleiben beim weiblichen Individuum getrennt voneinander, finden sich aber als entsprechende Bildung vor. Unterhalb der sogenannten Leistengegend liegt nun bekanntlich beim Manne später der Hodensack, beim Weibe haben wir daselbst die grossen Schamlippen und entspricht entwickelungsgeschichtlich je eine Hälfte des Hodensacks einer Schamlippe des Weibes; der erstere stellt sich anfänglich auch nur als eine doppelte Haut dar, welche aber alsbald in der Mittellinie und zwar von hinten nach vorn zu verwächst. Weiterhin entspricht dem männlichen Gliede oder dem Penis beim Weibe der sogenannte Kitzler, die Clitoris.

Der Harn geht durch die Harnwege, die Ureteren, hindurch in die Blase, der untere Theil der Blase zieht sich als Harnröhre aus und diese mündet am oberen Theile der Schamlippe unter der Clitoris, beim männlichen Individuum anfänglich an der entsprechenden Stelle. Während nun beim Weibe die Schamlippen u. s. w. nicht miteinander verwachsen, sondern getrennt voneinander bleiben, tritt beim Manne die schon erwähnte Verschmelzung ein, und da nun die Harnröhre oberhalb des Theils, welcher den Hodensack bildet, liegt, so wird sie ebenfalls durch eine Verschmelzung, welche aber röhrenförmig bleibt, verlängert. Es mündet dann die Harnröhre nicht wie beim Weibe am Grunde der Clitoris, sondern schliesslich am vorderen Theile des Penis nach aussen.

Nachdem wir diese kurzen Mittheilungen über die Entwickelung des Geschlechtsapparates gemacht haben, wollen wir auf die Schilderung der einzelnen Theile desselben, wie wir sie beim ausgebildeten Individuum finden, näher eingehen. Es ist bekannt, dass die äusseren Geschlechtsapparate und auch die inneren Theile desselben beim

neugeborenen Knaben wie Mädchen ziemlich so entwickelt sind, wie wir sie später beim Erwachsenen finden, es bedarf nur einer Weiterentwickelung und diese erfolgt dann ganz langsam bis zur Zeit der Reife. Die Ausleitungswege der Geschlechtsstoffe und die äusseren Begattungsorgane erfahren während dieser Zeit nur eine Vergrösserung der Masse, während die eigentlichen, die Zeugungsproducte hervorbringenden Theile, also die Hoden- und Eierstöcke, zur Zeit der Reife wesentliche Veränderungen in ihrem inneren Bau erfahren. Die Reifezeit oder Pubertätszeit fällt beim Mädchen früher als beim Knaben, in unsern Gegenden durchschnittlich ins 13.—16. Jahr, beim Knaben ins 14.—17. Beim Mädchen entwickeln sich zu dieser Zeit in einer noch zu besprechenden Weise die Eier innerhalb des Eierstocks zu ihrer sogenannten Reife und werden dann nach aussen ausgestossen, wobei die Erscheinungen der monatlichen Blutungen aufzutreten pflegen. Beim Knaben entwickeln sich die inneren Theile der Hoden nach Art einer Drüse und es entstehen aus den Zellen der inneren Hodentheile die männlichen Zeugungsstoffe, die Samenelemente.

Der männliche Geschlechtsapparat.

Innerhalb des embryonalen Leibes liegen die Hoden noch in der Bauchhöhle, sie beginnen aber alsbald etwas herunterzurutschen und sich gleichzeitig nach vorn zu begeben, schliesslich gelangen sie dabei vor der Harnblase in der Leistengegend an die Vorderwand des Bauches, durch einen Druck auf die Leistengegend treten sie durch den Leistenkanal hindurch und gelangen in jene Theile, welche beim Weibe die grossen Schamlippen darstellen, die sich also beim Manne zum sogenannten Hodensack geschlossen haben. Selbstverständlich werden bei dieser Wanderung der Hoden die aus ihnen heraustretenden Samenleiter auch mit nach unten gezogen, diese gehen natürlich ebenfalls mit durch den Leistenkanal in den Hodensack hinein, treten dann aber durch den Leistenkanal nach hinten und münden am Grunde der Harnblase am rückwärts gelegenen Theile derselben in die Harnröhre ein.

Die Leistengegend schliesst sich an der Stelle, wo die Hoden durch sie hindurchgetreten sind, durch ein ringförmiges Band, jedoch tritt keine vollständig enge Verwachsung ein, sondern es bleibt um die Samenleiter herum stets eine kleine Oeffnung, durch welche hindurch dann eventuell einmal eine Darmschlinge ebenso hindurchrutschen kann, wie es früher die Hoden gethan haben. Findet dies statt, so haben wir beim Menschen die Erscheinung des sogenannten Bruches und zwar des Leistenbruches.

Ein späterer Rücktritt der Hoden kann nicht mehr erfolgen, wohl aber kann es vorkommen, dass der Leistenkanal zu eng ist und infolge dessen der eine oder der andere Hoden in der Bauchhöhle bleibt.

Wenn wir nun auf den feineren Bau der männlichen Geschlechtsdrüse selbst eingehen, so gewahren wir, dass die eigentliche Hodensubstanz aus einer grossen Anzahl von feinen Kanälchen gebildet wird, deren Wandungen einen eigenthümlichen Zellenbelag zeigen. Aus den Kernen dieser Zellen bilden sich durch vielfache Theilung

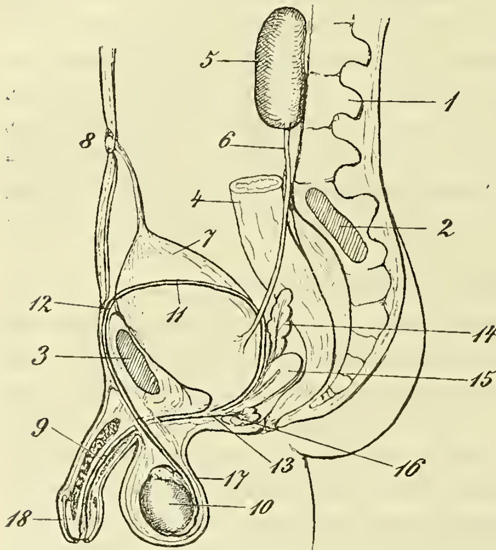


Fig. 46.

Halbschematischer Längsschnitt durch die Beckenregion des Mannes. 1 Wirbelsäule, 2 Durchschnitt des Sitzbeins, 3 Durchschnitt des Schambeins, 4 Mastdarm, 5 Niere, 6 Harnleiter, 7 Blase, 8 Nabel, 9 Harnröhre, 10 Hoden, 11 Samenleiter, 12 Leistenkanal, 13 Mündungsstelle des Samenleiters in den Harngang, 14 Samenbläschen, 15 Vorsteherdrüse, 16 Cowper'sche Drüsen, 17 Hodensack, 18 Vorhaut.

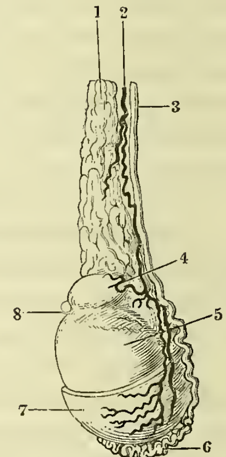


Fig. 47.

Hoden mit injicirten Blutgefässen. 3 Samenleiter, 4 Kopf des Nebenhodens, 5 Hoden, 6 Schwanz des Nebenhodens, 7 Haut des Hodens (halb entfernt). (Krause, Anat.)

derselben die schon früher besprochenen Samenfäden, welche den wichtigsten Theil der männlichen Zeugungsstoffe ausmachen.

Die Samenkanälchen, wie wir diese feinen Kanäle in den Hoden bezeichnen, knäueln sich in verschiedener Weise auf, sie liegen wirr durcheinander, es treten mehrere derselben zusammen und münden in feine, gemeinsame Kanälchen ein, welche sich schliesslich auch wieder untereinander vereinigen und als ein Kanal, als sogenannter Samenleiter weiter nach aussen gehen. Diese Samenleiter knäueln sich zuerst in zahlreichen Windungen auf, indem sie sich

längs des Hodens hin lagern, sie laufen dann wieder zurück und gehen schliesslich als einfaches, ziemlich gerades Gefäss nach den Endtheilen der Harnblase zu. Die Aufknäuelung des ersten Theils der Samenleiter bezeichnet man als Nebenhoden.

Dort, an der Stelle, wo die beiden Samenleiter dicht nebeneinander in die Harnröhre einmünden, finden wir eine eigenthümliche Drüse, die sogenannte Vorsteherdrüse. Sie scheidet einen Stoff aus, welcher die Samenkörperchen längere Zeit lebensfähig erhält.

Hinter der Harnblase und ebenfalls am Ende des Harnleiters ausmündend, gewahren wir ein Paar langer, etwas verästelter Drüsen, welche man früher irrthümlich für Aufbewahrungsorte des Samens gehalten hatte und die man daher auch als Samentaschen bezeichnete, während wir heute wissen, dass ihr Secret in ähnlicher Weise wirkt wie das der Vorsteherdrüse.

Dies sind kurz betrachtet die inneren Geschlechtsorgane des Mannes, welche also dazu dienen, den Zeugungsstoff zu produciren und ihn nach aussen auszuleiten, sowie ihn durch geeignete Flüssigkeiten lebensfähig und wirkungsfähig zu machen.

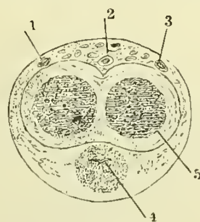


Fig. 48.
Querschnitt durch den Penis. 1, 2, 3 Blutgefässe, 4 Harnröhre mit dem dunklen, um sie herumliegenden Schwellkörper, 5 Schwellkörper des Penis. (Krause, Anat.)

An die Harnröhre schliesst sich nun vorn und oberhalb des Hodensacks gelegen der Penis an, welcher dazu dient, bei der Begattung den Samen in die weiblichen Geschlechtsapparate überzuleiten. Es besteht derselbe aus einem eigenthümlichen Gewebe; äusserlich wird er von der allgemeinen Körperhaut überkleidet, welche am vorderen Theile eine Falte bildet, die mehr oder minder stark entwickelt ist und als Vorhaut, *Praeputium,* bezeichnet wird.

Im Innern besteht der Penis aus einem Bindegewebsgerüste, in welches drei sogenannte Schwellkörper eingelagert sind; zwei derselben liegen nach dem Rücken des Gliedes zu, einer auf der unteren Seite desselben im Umkreise der Harnröhre. In diesen sogenannten Schwellkörpern haben wir nun ein weitmaschiges Gefässnetz vor uns, in welches unter Umständen das Blut mit einer gewissen Macht hineingetrieben werden kann, wodurch sich die Gefässe bedeutend erweitern und die Maschenräume in denselben sich mit Blut füllen. Durch einen noch nicht vollständig klar gestellten Mechanismus wird nun das Blut zurückgehalten, d. h. das zurückfüh-

rende Gefäss wird zum grössten Theil geschlossen. Da nun fortwährend neues Blut zugeführt wird, so füllen sich die Schwellkörper nach und nach mit Blut an und das gesammte Copulationsorgan dehnt sich infolge dessen aus und erreicht einen gewissen Grad von Festigkeit. An der Oberfläche des Penis und besonders am vorderen Theile desselben, welchen wir als Eichel bezeichnen, finden sich nun eine grosse Anzahl der schon früher besprochenen Tastkörperchen, wodurch das gesammte Glied eine hohe Empfindlichkeit erhält. Innerhalb des Penis verläuft von der Vorsteherdrüse aus der Ausführungsgang für den Harn und den Samen. Wie wir schon erwähnten, wird derselbe auch von einem Schwellkörper umgeben, es reicht der letztere aber nicht bis in den Eicheltheil des Penis hinein. Wenn die Schwellkörper mit Blut gefüllt sind, so bezeichnen wir diesen Zustand als Erection; bei derselben ist der Penis nach aufwärts gerichtet, seine untere Fläche ist convex, die obere concav, ganz entsprechend der Gestalt der weiter unten zu betrachtenden weiblichen Scheide.

Der weibliche Geschlechtsapparat.

Beginnen wir auch wieder mit den im Innern der Bauchhöhle gelegenen Theilen, so haben wir bei denselben zu unterscheiden die Eierstöcke und die Ausleitungswege der Eier, weiterhin den Theil, in welchem die Eier zur Entwickelung gelangen, den Fruchthälter, und den zur Begattung dienenden Theil, die Scheide.

Die Eierstöcke (*Ovarien*) liegen anfänglich beim Embryo als längliche, platte Gebilde mehr senkrecht im Körper, nach und nach bei der weiteren Entwickelung stellen sie sich aber quer, sodass sie schliesslich fast horizontal ungefähr in der Höhe der Hüftknochen am Rücken liegen.

Wenn wir uns einen Eierstock zur Zeit der Reife ansehen, also z. B. bei einem Mädchen von 17—18 Jahren, so gewahren wir, dass derselbe eine bohnenförmige Gestalt besitzt, am unteren Ende ist er breit, abgerundet und frei, am oberen Rande schmäler, oft zugespitzt. Wunderbarer Weise bezeichnet man die Ovarien in vielen Anatomien als Drüsen ohne Ausführungsgänge; von einer Drüsennatur der Eierstöcke ist absolut nicht zu sprechen, ebenso wenig, wie wir von einer Drüsennatur des Gehirns oder des Rückenmarks sprechen würden. Aeusserlich werden nämlich die Eierstöcke von einer zusammenhängenden Epithelschicht überzogen, von welcher aus beim Embryo einzelne Zellen in das Innere des Eierstocks einwachsen.

Hier im Innern umgeben sich einzelne dieser Zellen mit einer Schicht weiterer, epithelartiger, sich stark vermehrender Zellen, welche dazu bestimmt sind, den in sie eingeschlossenen erstgenannten Zellen die nöthige Nahrung zuzuführen.

Die eingeschlossenen Zellen wachsen nun allmählich heran und bilden die späteren Eier. Die um sie herumliegenden Nährzellen theilen sich sehr rasch, bleiben aber immer in einer Schicht zusammenhängend und stellen so nach und nach um jede Eizelle herum ein Säckchen dar, welches man nach seinem Entdecker als Graaff'schen Follikel bezeichnet. Diese Follikel sind zum Theil mit eigenthümlichen, später zerfallenden Nährzellen angefüllt, zum Theil enthalten sie eine eiweisshaltige Flüssigkeit, in der das Ei schwimmt. Erst zur Zeit der Reife, also vom ungefähr 13.—14. Jahre ab fangen die Follikel und die Eier an, energisch zu wachsen, jetzt füllen sich monatlich je ein bis zwei Follikelsäckchen stark mit Flüssigkeit, das ganze Ei rückt allmählich nahe an die Oberfläche des Eierstocks; weil im Innern eine grosse Spannung herrscht, so wird schliesslich die äussere Follikelwand durchbrochen und das Ei hinausgeschleudert; welche Schicksale es nun weiter erleidet, haben wir später zu sehen.

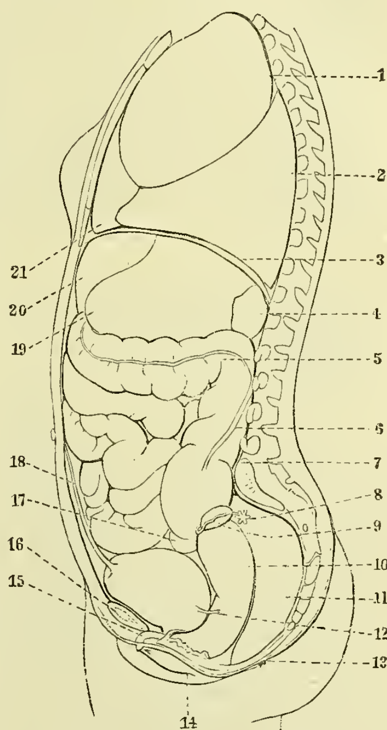


Fig. 49.
Längsschnitt durch den Körper eines Weibes. 1, 2 Lunge, 3 Zwerchfell, 4 Milz, 5, 6 Dickdarm, 7 Kreuzbein, 8 Muttertrompete, 9 Eierstock, 10 Uterus, 11 Enddarm, 12 Harnleiter, durchschnitten, 13 After, 14 Schamlippen, 15 Kitzler, 16 Schambeinfuge, 19 Magen, 20 Leber, 21 Herzbeutel. (Krause, Anat.)

Ueber den Eierstöcken verläuft je ein röhrenförmiges Gebilde, welches an den seitlichen Enden trichterförmig erweitert ist; diese Trichter münden frei in die Leibeshöhle hinein, wir bezeichnen sie als Muttertrompeten oder Abdominaltuben, ihre Ränder werden von faserigen Häutchen umkleidet, welche über und über mit Flimmerzellen bedeckt sind. Von diesen Muttertrompeten aus kommen wir dann in die oben erwähnten engen Kanälchen, die sogenannten

Eileiter, deren innere Wandung gleichfalls ein Flimmerepithel trägt.

Nach kurzem, ziemlich geradem Verlaufe gehen die Eileiter in einen gemeinsamen, sackartig erweiterten Theil des Geschlechtsapparates über, in den sogenannten Fruchthälter, den *Uterus*. Derselbe besitzt eine birnförmige Gestalt, oben ist er breit, etwas abgeplattet, nach unten zu verschmälert er sich um ein Weniges; seine Lage im Körper ist nicht eine vollständig senkrechte, sondern er ist etwas von vorn nach hinten geneigt. Hinter ihm, unter der Wirbelsäule, verläuft der Mastdarm, vor ihm finden wir die Harnblase.

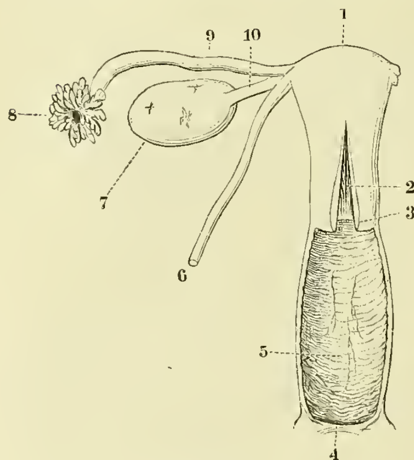


Fig. 50.
Geschlechtsorgane eines jungen Mädchens. 1 Uterus, 4 Jungfernhäutchen, 5 Scheide (die Vorderwand ist aufgeschnitten), 7 Eierstock, 6 rundes Mutterband, 8 Muttertrompete, 9 Eileiter, 10 Eierstocksband. (Krause, Anat.)

Dieser Fruchthälter stellt einen starken, musculösen Sack dar; im Innern ist derselbe mit einer gefalteten Schleimhaut ausgekleidet, über welche sich das Epithel der Bauchhöhle hinzieht. Die Wandungen des Uterus sind äusserst bluthaltig und besonders verlaufen innerhalb der Schleimschicht eine grosse Anzahl von Blutgefässen; ausserdem finden sich in derselben schlauchförmige Drüsen, die in das Innere der Gebärmutterhöhle einmünden und welche wir als sogenannte Uterusdrüsen bezeichnen. Welche Functionen der Uterus auszuüben hat, werden wir später noch sehen. Seine Länge beträgt ungefähr 9 — 10 Cm., die Wandungen sind verhältnissmässig dick, ca. 2 Cm.

Aeusserlich setzt sich der Uterus ohne allzu deutliche Grenze in die gleich zu besprechende Scheide fort, im Innern bildet er nach der Scheidenhöhle zu einen eigenthümlichen vorspringenden Zapfen, auf dessen Spitze die Uterushöhlenöffnung, der sogenannte Muttermund gelegen ist. Wie der Uterus an der Bauchwand befestigt ist, haben wir weiter unten zu besprechen.

Die Scheide (*Vagina*) stellt sich als eine etwas gekrümmte Röhre dar, die sich direct an den unteren Uterusrand ansetzt; nach einem Verlaufe von ungefähr 7 — 9 Cm. mündet sie zwischen den

äusseren Geschlechtsorganen nach aussen; die Wände der Scheide sind nicht so musculös wie die des Uterus.

Im Innern finden wir auch wieder eine Schleimschicht, in welcher eine grössere Anzahl von Drüsen auftreten und welche bei Mädchen in Längsfalten gelegt ist. Die Wände der Scheide sind ungefähr 2 Mm. dick und äusserst dehnbar und elastisch. Am vorderen äusseren Rande biegt sich der untere Scheidentheil faltenartig nach oben vor und verschliesst so den Eingang zur Scheide mit einer halbmondförmig gestalteten Falte, dem Jungfernhäutchen (*Hymen*); es bleibt dabei immer eine verhältnissmässig kleine Oeffnung, durch welche der Schleim und das Menstrualblut, welches wir noch zu besprechen haben, abfliessen kann.

In dem Scheidenkanal wird von der Schleimhaut ein schleimiges Secret ausgeschieden, welches zum Theil die Function hat, ähnlich wie das der Vorsteherdrüse und der Samenbläschen, den männlichen Samen lebendig zu erhalten.

Der ganze innere Geschlechtsapparat, soweit wir ihn jetzt besprochen haben, liegt nicht vollständig frei in der Bauchhöhle, sondern er wird durch eine Anzahl von Bindegewebshäuten, die sogenannten Bänder, in seiner Lage fixirt. Als solche Bänder haben wir zunächst die sogenannten runden Mutterbänder zu erwähnen. Dieselben bestehen nicht allein aus Bindegeweben, sondern auch aus Musculatur, sie verlaufen vom oberen Gebärmutterrande ungefähr dort, wo sich die Eileiter an dieselbe ansetzen, nach vorn und etwas nach unten gegen die Leistengegend zu und heften sich hier an der Bauchwand an.

Die gesammten inneren Geschlechtsorgane werden auch von dem schon oft erwähnten Bauchfell überkleidet; dabei bildet dasselbe einige Doppelfalten, welche ebenfalls dazu bestimmt sind, den Geschlechtsapparat in der nöthigen Lage zu erhalten. So geht jederseits eine dünne Bindegewebsfalte von der Gebärmutter zur Harnblase, ferner ziehen sich die sogenannten breiten Mutterbänder als zwei grosse Falten des Bauchfells von den seitlichen Theilen des Uterus nach dem oberen Rande des Beckens, wo sie besonders an den seitlichen Innenwänden ausgespannt sind. Sie stehen mit der vorderen und hinteren Fläche des Uterus im Zusammenhang; auf ihnen liegen nach vorn, direct unter den Eileitern, die Eierstöcke, von denen aus je ein stärkeres Band, das sogenannte Eierstocksband, nach der Gebärmutter hin verläuft. Das Bauchfell bildet um die Eierstöcke herum eine Falte, es hüllt dieselben gleichsam ein und gestattet den Eiern nicht das Hineinfallen in die Leibeshöhle.

Die Bänder dienen dazu, den gesammten Geschlechtsapparat, auch während der Schwangerschaft, in der richtigen Lage zu erhalten; wenn sie erschlaffen, so knickt die Gebärmutter entweder um, oder sie sinkt durch die Scheide nach vorn; letzteres findet beim Vorfall statt.

Die äusseren Geschlechtstheile bilden die sogenannte weibliche Scham, welche am unteren Theile des Beckens zwischen den beiden Oberschenkeln gelegen ist. Vor denselben, über der Verschmelzungsstelle der beiden Schambeinknochen des Beckens, liegt eine Erhebung der äusseren Körperwand, welche man als Venushügel bezeichnet.

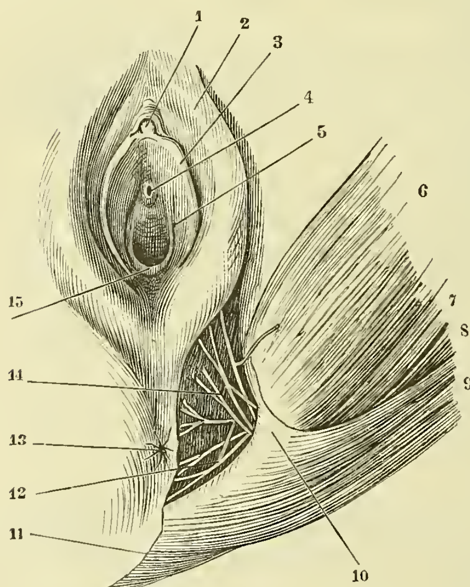


Fig. 51.
Aeussere Geschlechtsorgane des Weibes. 1 Eichel des Kitzlers, 2 grosse, 3 kleine Schamlippen, 4 Harnröhrenöffnung, 5 Eingang zur Scheide, 15 Jungfernhäutchen, 6—14 Muskeln und Nerven am Becken und After (13). (Krause, Anat.)

Die Geschlechtstheile selbst bestehen aus den grossen Schamlippen, den kleinen Schamlippen und dem Kitzler, weiterhin haben wir hier die Harnröhre des Weibes, dann den Vorhof der Vagina und einige Drüsen zu erwähnen.

Die grossen Schamlippen bestehen aus zwei stärkeren Längsfalten der äusseren Haut, welche mit ihren breiten Seiten in der Mittellinie des Körpers verlaufen, sie bilden, wenn sie zusammengelegt sind, die sogenannte Schamspalte, welche von vorn nach hinten verläuft, ihr vorderer und äusserer Rand ist ebenso, wie der Venushügel, mit Haaren besetzt, den sogenannten Schamhaaren.

Zwischen den beiden grossen Schamlippen liegen nun ein paar kleine, es sind dieselben kürzere, schmale und niedrige Hautfalten, von einer äusserlich glatten, weichen Beschaffenheit, die innere Fläche derselben geht allmählich in Schleimschicht über; vorn, wo sie zusammenstossen, bilden sie eine Falte, die sich halbmondförmig nach oben wölbt und um die Clitoris herumzieht, es ist die Vorhaut des jetzt zu besprechenden Kitzlers. Wie schon erwähnt worden,

ist derselbe gleichartig dem Penis des Mannes, nur ist er bedeutend kleiner und wird nicht von der Harnröhre durchzogen; dieselbe mündet, wie noch auseinanderzusetzen ist, selbstständig unter ihm. Die Clitoris ist mit zwei Schenkeln an den Rändern der Schambeine angeheftet, das vordere Ende derselben bezeichnen wir auch wieder als Eichel, es ragt frei nach aussen hervor und wird oben von der schon erwähnten Vorhaut des Kitzlers umspannt. Im Innern besteht dieser Theil der weiblichen Geschlechtsapparate aus zwei durch Bindegewebe getrennten Schwellkörpern, welche ebenso wie der Penis mit Blut gefüllt werden können und dann, natürlich nur in verhältnissmässig geringerem Grade, anzuschwellen vermögen. Auf der Eichel der Clitoris, an der Vorhaut derselben und auf den Schamlippen finden sich eine grosse Anzahl kleiner Talgdrüsen, deren Secret neben mehreren andern Stoffen eine eigenthümliche Säure, die sogenannte Buttersäure, enthält und infolge dessen dann, wenn es sich angesammelt hat, jenen nicht gerade angenehmen Geruch besitzt.

Unter der Oberhaut des Kitzlers und innerhalb des weiblichen Scheidentheils liegen ebenfalls wieder eine grosse Menge von Tastkörperchen, welche auch einen eigenthümlichen Bau besitzen und als Wollustkörperchen von den übrigen getrennt werden. Zwischen Scheidenausgang und Kitzler mündet die Harnröhre, welche den kurzen Ausführungsgang der Harnblase darstellt. Bei den Menschen sind diese Theile getrennt, während bei vielen Thieren, bei den meisten Säugethieren z. B., die Harnröhre nur in die Fortsetzung der Scheide eintritt, hier also, ähnlich wie beim Manne, einen gemeinsamen Ausführungsgang für die Geschlechtsproducte und den Harn darstellt. Diesen Theil, in welchen die Scheide und die Harnblase einmünden, bezeichnet man als Scheidenvorhof. Längs der Harnröhrenmündung liegt ebenfalls ein Paar kleiner Schwellkörper, die sogenannten Blasenschwellkörper, welche also denen entsprechen würden, welche wir beim Manne als Harnröhrenschwellkörper bezeichnet haben. Die äusseren Flächen des Vorhofs sind mit Schleimhaut ausgekleidet, welche sich in die Epithelschicht der Harnröhre u. s. w. einerseits und in die Schleimschicht der Scheide fortsetzt. Ausserdem sind äusserlich zahlreiche kleine Drüsen gelegen und überdies zwei grössere, die man nach ihrem Entdecker Bartholini'sche oder Cowper'sche Drüsen genannt hat; dieselben liegen jederseits neben der Scheide und haben auch die Function, den Samen längere Zeit lebensfähig zu erhalten.

Um die äusseren Geschlechtsapparate herum sind eine grössere Anzahl eigenartig gestaltete, plattgedrückte Haare entwickelt, die

sogenannten Schamhaare; dieselben erstrecken sich von der Bauchwandung bis herunter zum Penis, kommen ebenso vereinzelt auf dem Hodensack, nie aber auf dem Penis selbst vor; der letztere besitzt auf seiner Oberfläche nur eine grosse Anzahl von Talgdrüsen, er entbehrt aber, und dies ist sehr charakteristisch, das Fettgewebe in seiner Unterhaut.

Mit dem Geschlechtsapparate stehen beim Weibe die Brüste im engsten Zusammenhange. Den Bau derselben haben wir früher schon kennen gelernt, es kann hier noch darauf hingewiesen werden, dass sie sich zur Reife gleichzeitig mit den inneren Geschlechtstheilen entwickeln, dass andererseits während der Schwangerschaft ihre eigentlichen Functionen beginnen, indem im letzten Stadium derselben und nach der Geburt Milch abgesondert wird.

Was nun die Functionen der verschiedenen Theile des Geschlechtsapparates anlangt, so ist es ja bekannt, dass der gesammte Apparat die Entwickelung eines neuen Individuums ermöglichen soll. Beim Menschen genügen nicht, wie bei vielen Thieren, bloss die Eierstöcke und Hoden mit einfachen Ausführungsgängen, sondern da sich die Frucht im Körper der Mutter weiter entwickeln muss und zwar aus einem kleinen Ei bis zur Grösse des Neugeborenen, so muss selbstverständlich im mütterlichen Organismus diesen Umständen Rechnung getragen sein und es ist eine Befruchtung des Eies innerhalb der mütterlichen Organe nöthig.

Bei der Begattung wird aus der Scheide und der Harnröhre des Mannes eine einzige Röhre gebildet, an welche sich nach oben zu der Muttermund ansetzt; es erfolgt dann durch den Reiz, welcher auf die Tastkörperchen ausgeübt wird, eine Reizung des Rückenmarks und infolge dessen werden schliesslich die Hodenkanälchen derartig angeregt, dass sie den producirten Samen ausstossen; gleichzeitig scheiden auch die Drüsen ihr Secret aus und vermischen es mit dem Samen, welcher nun dadurch, dass sich die Harnröhre rhythmisch zusammenzieht, und dadurch, dass sich die Samenleiter contrahiren, mit ziemlicher Gewalt nach aussen vorgestossen wird. Da bei der Begattung das Harnröhrenende mit den Anfangstheilen der Gebärmutter in einer Linie liegt, so ist es ersichtlich, dass der Samen direct in den Uteruskanal eingeführt wird, woselbst er dann mehrere Tage lebensfähig bleiben kann.

Während der Begattung schwillt beim Weibe ebenso der Kitzler an, wie der Penis des Mannes, nur in geringerem Grade, es füllen sich die oben genannten Schwellkörper mit Blut und der

ausserdem um den Scheideneingang herum liegende Ringmuskel zieht sich zusammen und umfasst mit dem angeschwollenen Kitzler zugleich den hinteren Theil des Penis. Durch den Reiz während der Begattung ergiessen die Drüsen des Weibes ihr Secret in den Scheidenkanal und es mischt sich dies mit dem Samen.

Auf die Begattung folgt dann die Befruchtung, jedoch nur zu gewissen Zeiten, denn während der Mensch den Act der Begattung häufig ausführen kann, ist eine Befruchtung nur zur Zeit der Brunst, welche beim Weibe durch die Menstruation oder monatliche Regel eingeleitet wird, möglich. Wir haben oben gesehen, dass die Graaff'schen Follikel ein Eichen enthalten, welches in der mit Follikelflüssigkeit prall angefüllten Blase liegt. Man kann bei reifen Weibern, so z. B. bei Mädchen oder Frauen von 18—19 Jahren, auf jedem Eierstock ungefähr einen, seltener zwei vollständig reife Follikel erkennen, nebenbei allerdings noch ungefähr 15 etwas weniger entwickelte. Alle vier Wochen ungefähr schwillt dann durch verstärkte Nahrungszufuhr ein solcher Follikel derartig an, dass die äusseren Wände nicht mehr den inneren Druck zu überwinden vermögen, die Wände platzen also und dabei wird das Eichen nach aussen hervorgeschleudert; es gelangt nun in die Falten, welche den Trichtertheil des Eileiters umgeben, und wird langsam in den Eileiter selbst hineingeschoben dadurch, dass die Flimmerzellen anfangen sich zu bewegen. An der Stelle, wo der frühere Follikel gewesen war, bildet sich ein eigenthümliches Narbengewebe, der sogenannte gelbe Körper, welcher sehr lange besteht, wenn das ausgetretene Ei befruchtet wird.

Gleichzeitig mit diesem Austritte des Eies, welcher also durch eine erhöhte Blutzufuhr nach den Geschlechtstheilen hin bedingt wird, erfolgt auch eine Abstossung der Schleimhaut der Gebärmutter und infolge dessen ein Bluterguss aus derselben, dies letztere bezeichnen wir als Menstruation oder Regel; wir finden, dass das Blut mit Schleim, Epithelzellen u. s. w. gemischt ist und in ziemlich regelmässigen Intervallen ausgeschieden wird. Dadurch wird nun die Schleimhaut des Uterus befähigt, das Ei aufzunehmen und nach der Befruchtung anzuheften. Findet kurz vor oder kurz nach der Menstruation oder auch während derselben eine Begattung statt, so schlängeln sich die Samenkörperchen durch den ganzen Gebärmuttertheil hinauf und treffen entweder im oberen Theile der Gebärmutter oder in den Eileitern oder aber auch in den Eileitertrichtern auf das Ei, ein solches Samenkörperchen dringt in dasselbe ein und in demselben Augenblicke ist das Ei befruchtet, d. h. weiter ent-

wickelungsfähig; es heftet sich nun an der Schleimhaut der Gebärmutter fest und wächst hier, wie wir später sehen werden, nach und nach zu dem Embryo heran. Gelingt es dem Ei nicht mehr, nach der Befruchtung schnell genug durch den Eileiter zu kommen, so gelangt es oft in dem äussersten Abschnitte desselben zur Weiterentwickelung, oder wenn es überhaupt nicht in den Eileitertheil hinein kann, so wächst es in der Bauchhöhle weiter; natürlich kann dann kein normales Gebären stattfinden, wir bezeichnen diese Schwangerschaft als Bauch- oder Tubenschwangerschaft oder extrauterine, also ausserhalb der Gebärmutter vor sich gehende.

Hat erst einmal eine Befruchtung des Eies stattgefunden, so treten in der Folge meist keine weiteren Menstruationen mehr auf, jedoch mit absoluter Gewissheit ist dies nicht hinzustellen, denn man kennt Fälle, wo noch während der Schwangerschaft 6—7 Menstruationen stattgefunden haben. Im Ganzen dauert die Entwickelung der Frucht im mütterlichen Organismus ungefähr neun Monate; ist die nöthige Grösse des Kindes erreicht, d. h. kann sich dasselbe nicht mehr normal aus dem Blute der Mutter ernähren, so wird es durch Zusammenziehung des Uterus nach aussen ausgestossen, es findet die Geburt statt.

Die allgemeinen Erscheinungen des menschlichen Lebens.

Wie wir im dritten Theile sehen werden, hängt die Ernährung und Athmung der Frucht im Mutterleibe von den Stoffen ab, welche die Mutter selbst producirt und in ihrem Blute aufgespeichert hält. Alles, was der sogenannte Embryo aufnimmt, stammt aus dem mütterlichen Organismus; genügt ihm die Nahrung nicht mehr, so wird er ausgestossen, er wird geboren und alsbald beginnt nach der Geburt, wahrscheinlich infolge des durch die Temperaturschwankungen auf die äussere Haut ausgeübten Reizes, die Athmung, es erfolgt tiefe Inspiration. Die Lungenbläschen, welche vorher geschlossen waren, erweitern sich, das schon vorher pulsirende Herz treibt das Blut durch die Lungen hindurch, es kommt hier mit dem aufgenommenen Sauerstoffe in Berührung, und Sauerstoff ist der erste Stoff, welcher vom Embryo aufgenommen wird und als von der Mutter nicht mehr abhängiger dem Blute sich beimischt.

Ist die Oxydation des Blutes durch den Sauerstoff, die Ausscheidung der Kohlensäure aus dem Blute eine Zeit lang erfolgt, so treten die Magenreactionen auf, jene Erscheinungen, welche wir als Hunger zu bezeichnen pflegen; es werden dabei die Nerven in Thätigkeit versetzt, welche an die Zunge, die Lippen und an den

vorderen Verdauungsapparat herantreten, das Neugeborene übt sofort Schluckbewegungen aus. Die ersten derselben sind ein Saugen, jedoch können wir von besonderen Empfindungen dabei nicht sprechen, es erscheint dem Kinde vollständig gleich, was es saugt, wenn nur die Magengewebe und die mit ihm im Zusammenhange stehenden Nerven in normale Function versetzt werden.

Sämmtliche Gewebe des Körpers sind beim Neugeborenen in einem verhältnissmässig einfachen Zustande, erst ganz allmählich entwickeln sie sich weiter und in verhältnissmässig langer Zeit nimmt der Körper seine definitive Form an, wie wir gesehen haben, erst im 18. Jahre beim Weibe, im ungefähr 22. Jahre beim Mann. Um diese Zeit functioniren alle Organe kräftig und normal, sie verharren in diesem Zustande einige Jahre hindurch, meist bis zum Ende der dreissiger oder Anfang der vierziger Jahre, dann treten allmählich Erscheinungen in den verschiedenen Geweben des Körpers auf, welche wir nicht mehr als normal bezeichnen können. Diejenigen Organe, welche zuletzt angefangen hatten zu functioniren, stellen auch am ehesten ihre Thätigkeit wieder ein, es sind dies die Geschlechtsorgane; beim Weibe erlischt die Function derselben ungefähr mit dem 45. Jahre, beim Manne ungefähr mit dem 55., und von diesem Zeitpunkte ab hat eigentlich der Körper aufgehört, seine Hauptfunction zu verrichten.

Aber auch das Leben in seiner vollen Blüthe geht nicht immer gleichmässig vor sich, sondern es kann auch der kräftigste Organismus nur eine gewisse Zeit lang ununterbrochen functioniren, dann bedarf er der Ruhe; bei dieser durchaus nothwendigen normalen Ruhe stellt das Nervensystem allmählich seine Hauptfunction ein, es tritt ein Zustand ein, den wir als Schlaf bezeichnen. Alle Sinnesfunctionen, das Bewusstsein u. s. w. haben aufgehört, nur die vegetativen Organe, der Verdauungsapparat, die Lungen, das Herz u. s. w. functioniren weiter; es kommen uns Störungen in denselben eventuell als Traum zum Bewusstsein. Während des Schlafes werden nun innerhalb der Organe die einzelnen Zellen der Gewebe wieder mit neuer Nahrung versorgt, es speichert sich in den Zellen ein Ueberschussmaterial auf, welches in den folgenden Pausen des Wachens die Arbeit, welche die einzelnen Organe auszuführen haben, unterhält, sich dabei aber langsam aufzehrt. Die Länge und Tiefe des Schlafes hängt selbstverständlich von der Arbeit ab, welche der Körper vorher geleistet hatte, und unser Schlaf ist am gesundesten, wenn wir tagsüber grössere körperliche Anstrengungen gehabt haben, wobei alle Organe gleichartig arbeiten mussten.

Nach und nach werden, wie wir sagen, die Spuren des Alters bemerkbar, die einzelnen Zellen des Körpers und auch die aus ihnen bestehenden Gewebe fangen zunächst an langsamer und unregelmässiger zu functioniren, es folgen dann ganze Organe und Organsysteme, zunächst die animalen Organe, die Sinnesorgane, das Gehirn u. s. w., schliesslich auch die hauptsächlich vegetativen, der Verdauungs- und Athmungsapparat; ist dies eingetreten, dann werden sämmtliche Theile des Körpers schlecht ernährt, wahrscheinlich tritt eine Verhärtung und Veränderung sämmtlicher Zellmembranen ein, es gehen die Erscheinungen der Osmose nicht mehr in einer normalen Weise durch dieselben vor sich, dies hat natürlich eine Aenderung der Zellsubstanz selbst zur Folge, und da diese Aenderungen langsam, aber stetig zunehmen, so tritt schliesslich ein Zeitpunkt ein, in welchem das Nervensystem nicht mehr zu functioniren vermag, seine Functionen hören auf und mit ihm selbstverständlich die Functionen aller Organe, der Körper fällt dann in einen Zustand, welchen wir als Tod zu bezeichnen pflegen.

DRITTER ABSCHNITT.

Entwickelungsgeschichte.

Ein alter Grundsatz der Entwickelungsgeschichte lautet: „Ein jedes Leben aus dem Ei.“ Auch der Mensch ist von diesem Satze nicht ausgeschlossen, sondern er entwickelt sich wie alle übrigen Organismen aus einer einfachen Zelle, welche wir als Ei zu bezeichnen pflegen. Es hat lange in der Wissenschaft gedauert, ehe man diesen Grundsatz aufzustellen vermochte. Selbstverständlich war es erst nach Anwendung des Mikroskops möglich, die Frage nach der ersten Entstehung des Menschen in irgend einer Weise lösen zu wollen. Während die Alten, besonders die alten griechischen Philosophen, auf rein speculative Weise vorgingen und es versuchten, einzig durch Denken ausgrübeln zu wollen, in welcher Weise der wunderbare Vorgang der Erzeugung des Menschen vor sich ging, hatte man später die Frage nach der Entstehung unserer selbst lange Zeit hindurch in den Hintergrund gestellt, und während des ganzen Mittelalters fiel es kaum Jemand ein, ernstlich darüber nachzusinnen, wie es nun mit unserer Entstehung aussehen möchte. Erst nachdem das Mikroskop entdeckt worden war und man sich bemühte, durch dasselbe die Körperwelt um uns herum in etwas anderer Weise aufzufassen, als es bisher geschehen war, erst seit dieser Zeit trat man auch der Frage nach der Entstehung des Menschen einen Schritt näher. Es war der geniale englische Forscher Harvey, welcher um die Mitte des 17. Jahrhunderts den zu Anfang gestellten Satz aussprach und dadurch der ganzen Wissenschaft eine neue Wendung gab; er wies nach, dass sowohl die Säugethiere als auch die übrigen Geschöpfe aus einfachen Bläschen, den Eiern, hervorgehen. Kurz darauf war es Regner de Graaff, welcher in seiner Abhandlung über die weiblichen Geschlechtsapparate nachwies, dass sich die Bläschen, aus denen der Körper des Menschen entsteht, innerhalb der von ihm aufgefundenen und nach ihm genannten Säckchen des Eierstocks (der Graaff'schen Follikel,

welche wir im ersten Theile näher besprochen haben) entwickeln; es ist ihm aber nicht gelungen, das Ei im Eierstocke selbst zu erkennen. Zu Ende des 17. Jahrhunderts machten der holländische Forscher Leeuwenhoek und seine Schüler die Entdeckung, dass innerhalb des männlichen Samens eigenthümliche kleine lebende Gebilde vorkommen, welche man, da sie sich selbstständig bewegten, als Samenthierchen bezeichnete. Durch diese beiden Entdeckungen war nun der Grund zu unserer modernen Wissenschaft gelegt. In der Folge entbrannte allerdings ein äusserst heftiger Streit darüber, ob das Ei, dessen Zellnatur man aber noch nicht erkannt hatte, oder ob der Samen das eigentlich wichtige Element bei der Befruchtung und der Production einer Nachkommenschaft sei. Man stellte dabei oft die wunderlichsten Ansichten über die Structurverhältnisse dieser beiden Körper auf; da man natürlich nur mit verhältnissmässig schlechten oder wenig definirenden Mikroskopen arbeitete, so kam man zu keinem günstigen Resultate über die Structurverhältnisse der Samenthierchen. Man nahm an, dass dieselben ähnlich gebaut seien wie der ausgebildete Mensch selbst, und schrieb ihnen z. B. Hände, Beine, Eingeweide u. s. w. zu und stellte dabei unter Anderem die wundersame Theorie auf, dass sich die neuen Elemente vor dem Eintritt in das Ei um den Vorrang stritten, dabei sollte dann eventuell einmal ein Arm oder ein Bein abgestossen werden, was die Bildung eines Krüppels zur Folge hätte.

Erst nachdem die Mikroskope bedeutend verbessert wurden und erst nachdem zu Ende der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts Schleiden und Schwann die neue Lehre von der Zelle begründeten, fing man auch an, die Samenelemente und die Eier in anderer, richtigerer Weise aufzufassen. Man erkannte, dass das Ei eine einfache Zelle sei, wenigstens wenn man es entwickelungsgeschichtlich und seiner Gestalt nach betrachtete; man erkannte weiterhin, dass die physiologisch wichtigen Samentheile, die Samenfäden oder Spermatozoen, wie man sie genannt hat, auch nichts Anderes darstellten als Producte gewisser Zellen und zwar, wie wir auch sehen werden, als Producte des Kerns und des übrigen Inhalts einer anfänglich einfachen Gewebszelle. In unsern Tagen ist nun die Entwickelung der einfachen Eizelle, sowie der Vorgang der Befruchtung genauer verfolgt worden, und wenn wir uns auch noch nicht über alle Fragen Aufschluss zu geben vermögen, so sind wir uns doch über viele der wichtigsten klar geworden; wir haben erkennen gelernt, dass sich alle höheren Organismen aus einer einfachen Zelle durch Theilung derselben entwickeln, dass nur bei den verschiedenen Geschöpfen,

besonders bei den Thieren, die Weiterentwickelung einer solchen Zelle in unter Umständen ganz verschiedener Weise vor sich geht, je nachdem wir mehr oder minder hohe Formen vor uns haben. Uns wird im Folgenden natürlich nur die Entwickelung des Menschen interessiren, es muss jedoch von vornherein bemerkt werden, dass nicht alle Resultate, welche künftig angeführt werden, an den verhältnissmässig schwer zu erlangenden menschlichen Eizellen und Embryonen gefunden wurden, sondern dass die Wissenschaft häufig Analogieschlüsse zu ziehen genöthigt war, und dass aus diesen Schlüssen und aus den Verhältnissen, welche die Entwickelung anderer, besonders höherer Wirbelthiere zeigten, nach und nach die Lehre von der Entwickelung des Menschen aufgestellt und ausgearbeitet wurde. Es ist jedoch nicht anzunehmen, dass die Wissenschaft nun vollständig von niederen Thieren auf die Entwickelung des Menschen geschlossen hätte, sondern wir haben an zahlreichen Beispielen kennen gelernt, dass die oben erwähnten Analogieschlüsse durchaus auf die Entwickelung des Menschen anzuwenden sind, und es ist uns bei dieser Entwickelung bis jetzt noch kein Moment entgegengetreten, welches nicht ein gleichartiges in der Entwickelung einer höheren Thierform aufzuweisen vermöchte. Wir können hier natürlich die Entwickelung des Menschen nur so weit verfolgen, als sie innerhalb des mütterlichen Organismus vor sich geht. Von der Entwickelung, wie sie nach der Geburt eintritt, muss zum grössten Theil abgesehen werden, jedoch sollen die Hauptveränderungen, welche unser Körper bis zu seiner Reife erlangt, wenn auch nur kurz, so doch ziemlich vollständig erwähnt werden.

Von den Zeugungsstoffen.

Während bei vielen niederen Thieren nur ein Element nöthig ist, um ein neues Individuum aus sich hervorgehen zu lassen, sehen wir, dass bei allen höheren Thieren und bei dem Menschen constant zwei verschiedene Körper miteinander in Verbindung treten müssen oder sagen wir gleich, miteinander verschmelzen müssen, damit aus dem nun entstehenden gemeinsamen ein neuer Organismus allmählich heranwachse. Diese beiden Zeugungsstoffe bezeichnen wir als Ei und als Samen, und es wird gut sein, dass, bevor wir weiter gehen, einige weitere allgemeine Bemerkungen über dieselben hier eingeschaltet werden.

Das menschliche Ei. In den sogenannten Eierstöcken des Weibes finden wir, wie im ersten Theile näher auseinandergesetzt

wurde, kleine Bläschen, welche etwas über die Oberfläche des Eierstocks hervorragen und diesem an einigen Stellen ein runzeliges Aussehen verleihen: es sind die sogenannten Graaff'schen Follikel, welche von einer Flüssigkeit erfüllt werden, in der das eigentliche Fortpflanzungselement des weiblichen Körpers, das Ei, eingeschaltet liegt. Wenn wir einen solchen Follikel öffnen und die Flüssigkeit austreten lassen, so bemerken wir, dass mit der Flüssigkeit das Ei nach aussen hervorgeschleudert wird; wir sehen dasselbe unter dem Mikroskop als kleines rundliches Gebilde, in der Regel noch umgeben von einer radiär oder strahlig angeordneten Zellenhülle. Lösen wir dieselbe ab, so gewahren wir, dass sie ein rundes, helles Plasma umschliesst, das eigentliche Ei oder die Eizelle, denn als Zelle haben wir dieses Product des Eierstocks aufzufassen und zwar als eine Zelle der typischsten Art.

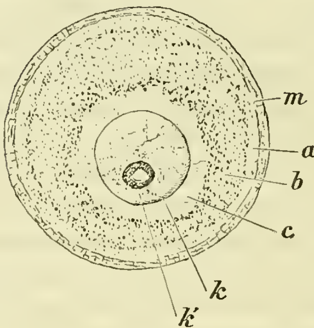


Fig. 52.

Ei aus dem Eierstock eines 18 jährigen Mädchens. *m* Eihaut, *a* äussere Schicht, *b* Dotterschicht, *c* Ernährungsschicht, *k* Keimbläschen, *k'* Keimfleck. 150 fach vergrössert.

Zu äusserst finden wir eine feine, poröse, stärkere Hülle oder Membran, dieselbe umschliesst den zähflüssigen Eiinhalt; dieser Inhalt setzt sich aus einem central gelagerten Kern und dem um diesen Kern herum concentrisch geschichteten Plasma zusammen. Der Kern oder das Keimbläschen, wie wir ihn auch wohl bezeichnen, weist eine rundliche Gestalt auf, der grösste Theil der ihn zusammensetzenden Substanz ist gallertig oder zähflüssig und besitzt ein äusserst hohes Lichtbrechungsvermögen, d. h. er ist im Stande, schief in ihn einfallende Lichtstrahlen nach einer gewissen Richtung hin stark abzulenken. Im Kerne selbst gewahren wir nun noch einen rundlichen Körper, das sogenannte Kernkörperchen oder den Keimfleck, und ausserdem ein Gerüstwerk von nicht vollständig regelmässig gelagerten, von der Kernsubstanz verschiedenen Stoffen, welche die Eigenschaft haben, gewisse Farbstoffe, mit denen man sie zusammenbringt, stark aufzunehmen. Wir dürfen nicht annehmen, dass der Stoff, welcher den Kern bildet, ein einfacher Körper sei, sondern wir müssen uns die Kernsubstanz als aus einer grossen Anzahl der verschiedensten Stoffe zusammengesetzt denken, aus Stoffen, welche die allerverschiedensten Eigenschaften haben, denn in ihnen liegt sehr wahrscheinlich die Fähigkeit, bei der Bildung neuer Zellen an-

regend zu wirken. Aus der einfachen Eizelle gehen ja alle die Organe des entwickelten Körpers hervor. Wie nun aber die Anlage derselben schon in der einfachen Zelle präformirt ist, darüber können wir vorläufig noch nicht urtheilen. Um den Kern herum gewahren wir den übrigen Zellinhalt, zunächst eine Schicht, deren Hauptfunction darin zu bestehen scheint, dass sie die im Ei aufgespeicherte Nahrung und die vom Ei aus den umliegenden Geweben aufgenommene verarbeitet und dadurch das Leben der Eizelle unterhält. Wenn ich soeben sagte, die in der Eizelle gelegene Nahrung, so ist dieselbe nicht etwa als etwas Festes aufzufassen, sondern sie besteht in einem dotterähnlichen Material, welches der Eizelle aus den umliegenden Zellen hinzugefügt wurde. Dies Material ist im Ei des Menschen nur in geringer Menge vorhanden, denn das Ei entwickelt sich ja sehr bald auf der Schleimhaut der Gebärmutter weiter und saugt von dieser die Stoffe auf, welche ihm zur weiteren Existenz nöthig sind. Betrachten wir im Gegensatz dazu das Ei eines Huhns, so gewahren wir, dass auch ein Keimbläschen vorhanden ist, das sich entwickelnde Hühnerei kann aber von aussen keine Nährstoffe mehr aufnehmen, es muss daher alle diejenigen Substanzen, welche zur Bildung eines neuen Individuums, also eines kleinen Hühnchens, selbst dienen, in sich aufgespeichert enthalten.



Fig. 53.
Samenfäden: *a* von der Fläche, *b* von der Seite, *c* ruhend, *d* in Bewegung, *e* nach Wasserzusatz. *a* und *b* stark vergrössert. *k* Kopf, h Hals, *s* Schwanz; an Fig. *b* ist der Schwanz fortgelassen.

Auf den weiteren feineren Bau der menschlichen Eizelle können wir an dieser Stelle nicht eingehen, sondern wir müssen gleich zu den Zeugungsproducten des Mannes, dem Samen oder *Sperma*, übergehen.

Der männliche Samen. Wir erwähnten auch schon, dass in den Hodenkanälchen des Mannes aus den wandständigen Zellen derselben die sogenannten Samenfäden hervorgingen. Wenn wir einen solchen Samenfaden betrachten, so gewahren wir, dass derselbe an einem Theile breit löffel- oder spatelartig ausgebildet ist, während er nach hinten zu in einem langen, dünnen Fortsatze endigt; den

vorderen, verbreiterten Theil des Samenfadens bezeichnen wir als Kopf, den schmalen, dünnen als Schwanz.

Der Kopf, welcher aus den Kernen der Samenzelle hervorgegangen ist, hat die Function, in das Ei einzudringen, sich mit dem Eiinhalt und zwar speciell mit dem Keimbläschen des Eies zu vermischen und dadurch die Weitereutwickelung zu veranlassen. Der Schwanztheil des Samenfadens besitzt die Fähigkeit, pendelartig oder wellenförmig schwingen zu können, dadurch wird dann der gesammte Samenfaden nach vorn bewegt und gelangt durch diese Bewegungen mit der Eizelle in Berührung und dringt eventuell in eine solche ein.

Die Bewegungen der Samenfäden oder, wie man früher dieselben nannte, der Samenthierchen werden durch die Flüssigkeiten, welche von den Drüsen ausgeschieden werden und die mit dem Geschlechtsapparate im Zusammenhange stehen, zu weiteren Bewegungen veranlasst. Das Eindringen der Samenfäden oder nur eines einzigen derselben in die Eizelle bezeichnen wir als Befruchtung. Dadurch, dass ein solch winzig kleines Element der einfachen Eizelle beigefügt wird, erhält dieselbe eine Reihe von weiteren Eigenthümlichkeiten, welche schliesslich zur Bildung eines Individuums überführen, das sowohl mit dem väterlichen Organismus als mit dem mütterlichen eine Reihe von Uebereinstimmungen zeigt. Wie es aber kommt, dass solche Eigenschaften an so verhältnissmässig kleine Gebilde gebunden erscheinen, darüber vermögen wir vorläufig noch keinen bestimmten Aufschluss zu gewähren. Man hat natürlich auch hierüber die verschiedenartigsten Hypothesen aufgestellt, jedoch erscheint keine derselben annehmbar und an dieser Stelle verwendbar.

Was nun endlich die Grösse der Zeugungsstoffe anlangt, so ist davon zu bemerken, dass die Eizelle, wenn sie ausgewachsen ist, nur einen Durchmesser von $^{1}/_{10}$—$^{3}/_{10}$ Mm. besitzt, das Keimbläschen hat ungefähr $^{1}/_{50}$—$^{1}/_{25}$ Mm. Durchmesser; die Samenfäden sind noch bedeutend kleiner als die Eier, denn ihre Gesammtlänge beträgt ca. $^{1}/_{20}$ Mm., der Kopf ist ungefähr $^{1}/_{200}$ Mm. lang und $^{1}/_{500}$ Mm. breit, bei einer Dicke von $^{1}/_{1000}$—$^{1}/_{500}$ Mm. Auf dem Querschnitt erscheint ein solcher Kopf nicht linsenförmig, sondern birnenförmig schlank, das vordere Ende ist zugespitzt, das hintere, am Schwanze gelegene etwas aufgeschwollen. Vermöge dieser Gestalt vermag dann ein Samenfaden verhältnissmässig leicht in die Eizelle einzudringen. Der Schwanz ist an seinen Endtheilen so dünn, dass er einer jeden Messung spottet und nur als feines, strichförmiges Gebilde erscheint.

Der Vorgang bei der Befruchtung. Im vorigen Abschnitte ist auch schon erwähnt worden, dass erst durch die Begattung die Samenelemente mit den Eizellen in Berührung kommen, indem der männliche Same in den Gebärmuttertheil der weiblichen Geschlechtsorgane hineingepresst wird und sich auf den Schleimhäuten derselben selbstständig weiter bewegt. Sind nun gleichzeitig aus dem Eierstocke des Weibes mehrere Eier oder nur ein Ei, und das letztere ist gewöhnlich der Fall, ausgeschieden, so werden dieselben von den Samenfäden aufgesucht, dieselben bohren sich in sie ein, der Kopftheil des Samenfadens verschmilzt darauf mit dem Inhalte der Eizelle, er bildet neben dem Keimbläschen zunächst einen besonderen kernartigen Körper, welchen man als männlichen Vorkern im Ei bezeichnet hat. Dieser männliche Vorkern rückt nun allmählich gegen das Keimbläschen vor und verschmilzt mit ihm zu einer einzigen Masse, welche einen einheitlichen neuen Kern des Eies darstellt, den man den Furchungskern genannt hat. Ist dies geschehen, so gehen innerhalb der Eizelle sofort eine grössere Menge von Umwandlungen vor sich, die wir nun gleich für einen Fall näher besprechen wollen, denn es sind diese Vorgänge zum Verständniss der weiteren Entwickelung des menschlichen Keims durchaus nothwendig.

Wir erwähnten schon vorhin den um den Kern herumliegenden hellen Plasmatheil und sagten, dass derselbe die Function der Ernährung, resp. Umwandlung der Nahrung, des sogenannten Dotters, auszuüben habe. Diese helle Schicht zieht sich zu diesem Zwecke nach allen Seiten strahlig auseinander, sie dringt zwischen die umliegenden Dotterelemente ein, löst dieselben zum Theil auf und übermittelt die gelösten Theilchen der Hauptsache nach dem neugebildeten Kern, dem Furchungskern. In diesem Kern gehen gleichzeitig eine Anzahl von Neubildungen und Umwandlungen vor sich, welche sich dadurch kund geben, dass die helle Zellsubstanz nicht gleichmässig nebeneinander verharrt, sondern sich an zwei Punkten des Kerns ansammelt und zwar nach und nach. Nun rücken diese beiden Pole auseinander, sie werden vielleicht durch Eindringen des Dotters auseinander gedrängt; ist dies geschehen, so sehen wir, dass sich die zu jedem Pole gehörigen Theile der Kernsubstanz zusammenziehen, wodurch dann zwei neue Kerne entstehen, welche ein Stück voneinander entfernt in der Zelle angelagert sind; um diese neuen Kerne herum sammelt sich darauf auch der übrige Inhalt des Eies an und wir haben dann zwei selbstständige Zellen vor uns, welche aus der ursprünglich einfachen Eizelle hervorgegangen

sind. Diesen Vorgang bezeichnen wir als Eifurchung, und zwar wird er deshalb so bezeichnet, weil sich die äussere Schicht des Eies senkrecht zur Richtung der beiden auseinanderrückenden Kerne scheinbar tief einschnürt, sodass wir dann Bilder bekommen, wie sie in den beigefügten Figuren abgebildet sind.

Diese beiden neu entstandenen Zellen zeigen, äusserlich betrachtet, eine grosse Menge von Uebereinstimmungen, jedoch sind sie, vom physiologischen Standpunkte aufgefasst, wesentlich voneinander verschieden, indem, wie wir sehen werden, aus diesen beiden Zellen später neue Zellen hervorgehen, welche ganz verschiedene Schichten und Organe des sich neu bildenden Körpers erzeugen. Es wird nun im Folgenden unsere Aufgabe sein, die Bildung der ersten Schichten und dann die Bildung der einzelnen Organe nebeneinander zu betrachten.

Die Bildung der primitiven Keimschichten.

Die beiden Furchungskugeln, welche wir eben entstehen sahen, bleiben nicht lange Zeit ruhig nebeneinander, sondern sie fangen an, sich ebenso, wie es die ursprünglich einfache Keimzelle gethan hat, zu theilen und zwar je in gleiche Theile. Wir bekommen dann, an Stelle der zwei, innerhalb der Eihaut zunächst vier solcher Furchungskugeln, welche natürlich sämmtlich den Charakter von Zellen haben, es fehlt ihnen nur die eigene Membran; aus den vier Kugeln werden acht, aus diesen sechzehn u. s. w., schliesslich bekommen wir ein Stadium, auf welchem die Gesammtheit der Furchungskugeln in der Form einer kleinen Kugel auftritt. Da eine solche Kugel, die allseitig von Zellen geschlossen ist, eine ungefähre Aehnlichkeit in ihrer Gestalt mit einer Maulbeere hat, so bezeichnet man dies Furchungsstadium auch als das Maulbeerstadium.

Diese aus vielen Zellen zusammengesetzte Kugel bildet den Ausgangspunkt für die Bildung der späteren Gewebe. Die äussersten Zellen bilden das äussere Keimblatt (*Ektoderm*), aus dem die Haut und die Sinnesorgane, sowie das Nervensystem hervorgehen, wir bezeichnen es daher auch als Hautsinnesblatt. Die inneren Zellen bleiben nicht lange mit den äusseren im Zusammenhange, sondern wir sehen bald, dass an bestimmten Stellen derselben Umwandlungen vor sich gehen, welche zur Bildung einer zweiten Schicht führen. Die Kugel besteht anfänglich aus eng aneinander gelagerten Zellen, welche nach aussen zu eine vollständig geschlossene Schicht bilden und von denen einige im Innern abgelagert sind; alsbald nimmt nun das Ei noch mehr Flüssigkeit aus dem Eileiter und dem

Uterus auf, es wird grösser, d. h. besonders die äusserste Schicht erweitert sich beträchtlich, dadurch entsteht dann, weil die inneren Kugeln nicht gleich schnell mit wachsen, zunächst eine Blase, an deren einer Seite die ursprünglich im Innern gelegenen Zellen angelagert sind. Diese Blase wird grösser und grösser, sie erreicht alsbald den Durchmesser von 1 Mm., man bezeichnet sie als Keimblase.

Sowie nun die Blase einen ungefähren Durchmesser von 2 Mm. erreicht hat, erscheint an einer Stelle derselben ein heller, rundlicher Fleck, der sogenannte Fruchthof oder Embryonalfleck. Es ist an dieser Stelle die äussere Zellschicht etwas verdickt und die im Innern gelegenen Zellen fangen an, sich nach den Seiten auszu-

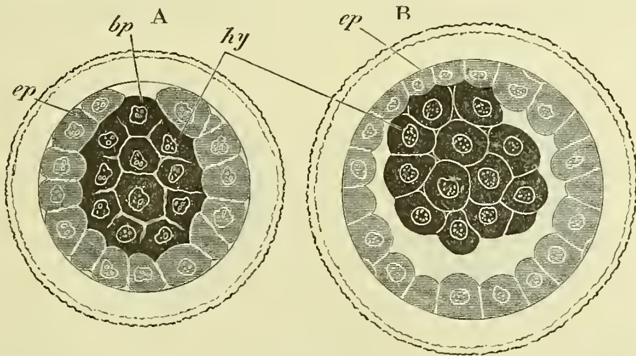


Fig. 54.
Optische Querschnitte eines Kanincheneies in zwei unmittelbar auf die Furchung folgenden Stadien. (Nach E. van Beneden.) *ep* Ektoderm; *hy* inneres Keimblatt. Die Schattirung von Ektoderm und Entoderm ist schematisch. (Aus Balfour. Entwickelungsgeschichte.)

dehnen und an der Innenwand der Blase ein zweites Häutchen zu bilden, die sogenannte Innenhaut, das *Entoderm.* Der Embryonalfleck vergrössert sich nach und nach etwas, anfänglich besitzt er eine rundliche Gestalt, bald aber wird er länglich und mehr eiförmig, gleichzeitig wächst das innere Blatt, das Entoderm, allmählich weiter nach allen Richtungen hinaus, es kann bei diesem Wachsthum natürlich nur in der Form der Blase bleiben und in der That überzieht es die äusserste Schicht derselben im Innern vollständig, sodass wir nun zwei untereinanderliegende Schichten vorfinden.

Der Embryonalfleck zieht sich allmählich mehr und mehr in die Länge und auf ihm finden sich nun die ersten Anlagen des späteren Embryos. Nachdem er sich nämlich bis zu einer gewissen Länge ausgezogen hat, stellt er ein elliptisches, nicht sehr breites

Feld dar, dessen einzelne Zellen dicht nebeneinander gelagert sind, sich aber gleichzeitig stark verlängern und vergrössern, wodurch dann der gesammte Zellbelag sehr verdickt erscheint. Ist die Vergrösserung eingetreten, so wachsen die Zellen nicht an allen Seiten gleichmässig weiter, sondern sie vermehren sich hauptsächlich in zwei der Länge nach nebeneinander verlaufenden Linien des Keimflecks oder Keimstreifens; da sich aber die übrigen Zellen der Keimblase nicht in derselben Weise energisch theilen, so werden natürlich diese stärker wachsenden Zellen Veränderungen hervorrufen, welche sich in der Bildung einer Rinne äussern, die sich über den Keimstreifen hinzieht; wir bezeichnen diese Rinne als sogenannte Primitivrinne.

Vielleicht tritt um diese Zeit erst eine feste Verwachsung des Eies mit den Uteruswänden ein, denn wir wissen von höheren

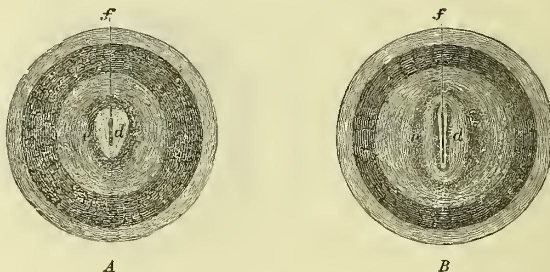


Fig. 55.

Erste Entwickelung des Embryos. *A* Anlage der Primitivrinne (*f*), *d* Keimfleck. *B* Anlage der Primitivrinne und des Nervenrohrs, *d* heller Hof, *e* dunkler Hof. (Wundt, Physiologie.)

Säugethieren, z. B. dem Hund, Kaninchen u. s. w., dass deren Eier erst einige Tage, 6—8 Tage vielleicht, nach der Befruchtung auf einem ähnlichen Stadium wie das eben geschilderte mit der Uteruswand in engere Verbindung treten. Jetzt werden wir auch sehr bald gewahren, wie vor der Primitivrinne ebenfalls in der Längsachse des Keimflecks eine Furche auftritt, die sich nach und nach weiter entwickelt und welche die erste Anlage eines späteren Hauptorgans und zwar des Nervensystems darstellt. Es ist nämlich sehr charakteristisch, dass sich bei den Wirbelthieren und so auch beim Menschen das Nervensystem als zuerst gesonderter Theil im Ei anlegt. Diese Rinne geht über den ganzen Obertheil des länglichen Eies hin; sie entsteht dadurch, dass die mittleren Zellen, welche also im Grunde der Rinne liegen, nicht sehr energisch wachsen, sondern eine Zeit lang auf einem gewissen Ruhepunkte verharren. Die seitlich von diesen gelegenen, also jene, welche die Wände oder den Rand der

Rinne bilden, zeichnen sich nun durch schnelleres Wachsthum aus, d. h. sie vermehren sich, aber nicht in der Richtung längs der entstehenden Furche, sondern in der Richtung senkrecht zu derselben. Dadurch werden natürlich die Ränder höher emporgehoben und das Ei wird nach mechanischen Gesetzen umgestaltet. Es tritt gleichzeitig wieder Längenwachsthum des Eies ein und ausserdem gewahren wir ungefähr auf diesem Stadium die Entwickelung einer dritten Zellschicht, welche sich zwischen die äussere und innere Schicht einschiebt. Wir bezeichnen diese Schicht als mittleres Keimblatt oder kurzweg als *Mesoderm.*

Das mittlere Keimblatt geht aus dem oberen hervor, indem sich die Zellen, welche am Grunde der Nervenrinne stehen, energisch nach innen und den Seiten zu vermehren, wodurch dann zwischen das äussere Blatt und das innere eine Schicht gleichsam keilartig eingeschoben wird. Die Wucherung dieses mittleren Keimblatts geht nun an den Rändern immer weiter vor sich, schliesslich wird der ganze Embryonalfleck und auch die Keimblase selbst von ihm durchzogen. Wir haben jetzt drei primitive Schichten vor uns, welche schalenartig umeinander gelagert sind und welche sich dadurch auszeichnen, dass in ihnen nach und nach Differenzirungen vor sich gehen, welche zur Bildung ganz verschiedener Organe hinführen. Es gehen aus der äusseren Keimschicht die äussere Haut, ein Theil des Nervenapparates und die Sinnesorgane hervor, die mittlere Keimschicht bildet die Musculatur und das Skelett, in ihr entwickelt sich auch das Blutgefässsystem, die innere liefert endlich die Auskleidung des Darms und der mit diesem im Zusammenhange stehenden Drüsen.

Wir müssen nun im Folgenden diese verschiedenen Organe getrennt nebeneinander betrachten, gleichzeitig müssen wir aber auch stets darauf Rücksicht nehmen, wie sich der Embryo nun nährt und auf welche Weise er mit dem mütterlichen Organismus in Verbindung tritt. Bevor wir daher weitergehen, wird es gut sein, wenn wir uns genau die Verhältnisse ansehen, wie sie bei der Ernährung des Embryos stattfinden.

Die Entwickelung der Eihäute und der äusseren Gestalt des Embryos.

In den ersten Tagen nimmt der Embryo nur durch die äussere Eihaut aus dem mütterlichen Organismus die nöthige Nahrung auf, wir müssen voraussetzen, dass es der Uterusschleim ist, der ihm als Nahrung dient; sowie er aber anfängt mit der Wandung des Uterus zu verwachsen, d. h. sowie die äussere Eihaut mit den Epi-

thelien der Uteruswand fest verschmilzt, wird auch die Ernährung des Eies eine wesentlich andere sein. Es sind von nun ab die Blutgefässe, welche in den Uterus verlaufen, die Uebermittler der nöthigen Nahrung für das Ei. Es werden durch das Blut der Mutter nicht allein die flüssigen Stoffe zum Aufbau des Embryos beschafft, sondern es nimmt der letztere auch aus diesem Blute den nöthigen Sauerstoff auf und später die hinreichende Menge von verschiedenen Salzen. Nach einiger Zeit genügt es aber für das Ei nicht mehr, dass die einfache Eihaut als aufnehmende Fläche functionirt, denn diese Fläche ist immerhin eine beschränkte und der wachsende Keim verlangt mehr Stoffe, als durch dieselbe aufgenommen werden können. Die Eihaut muss daher versuchen, die Fläche zu vergrössern, und sie thut es dadurch, dass sie eine Anzahl von kleinen Hervorragungen



Fig. 56.

Das menschliche Ei auf früher Entwickelungsstufe. (Aus Quain's Anatomy.)
A und *B* Vorder- und Seitenansicht eines von Reichert abgebildeten Eies, vermuthlich vom dreizehnten Tage. *e* Fruchthof.
C Ein Ei von etwa 4—5 Wochen, den allgemeinen Bau des Eies vor der Bildung der Placenta zeigend. Ein Theil der Wandung des Eies ist entfernt, um den Embryo *in situ* zur Ansicht zu bringen. (Nach Allen Thomson.)

in die Wand des Uterus hinein entsendet. Kleine Zäpfchen werden besonders von den dem Uterustheile anliegenden Partien des Eies hervorgewölbt, diese Zäpfchen dringen vor allem in die Uterusdrüsen ein, weil hier der Ort des geringsten Widerstandes ist. In ihrer Gesammtheit stellen sie nun eine bedeutend vergrösserte Fläche dar, durch welche eine dem entsprechend grössere Quantität Nahrung aufgenommen werden kann. Wir bezeichnen diese Zotten, welche sich schliesslich noch innerhalb des mütterlichen Organismus verzweigen und das Ei fest im Körper der Mutter anheften, als Mutterkuchen oder *Placenta*. Später, bei der Betrachtung des Blutgefässlaufs, müssen wir dies Gebilde noch einmal näher betrachten und uns über das Verhältniss des Kreislaufs der Mutter zu dem der Frucht Klarheit verschaffen.

Wenn wir nun in unserer Betrachtung der allgemeinen Verhältnisse an dem sich entwickelnden Keime weitergehen, so finden

wir, dass derselbe nach ungefähr zwei Wochen die Gestalt eines linsenförmigen Körpers besitzt; der grösste Durchmesser desselben beträgt 5—6 Mm., die Dicke ungefähr 3—4 Mm. Die eine nach der Gebärmutterhöhle hin gelegene Fläche der Linse besitzt keinen Zottenbelag, die andere der Uteruswand aufliegende ist dicht mit kleinen, 1/3 Mm. im Durchmesser habenden Zöttchen besetzt. Es scheint nun in wenigen Tagen das Ei bedeutend zu wachsen, denn das nächst ältere, von dem wir genaue Kenntniss haben, soll nur etwas über zwei Wochen alt sein, es besitzt jedoch schon einen Durchmesser von ungefähr 1 1/2 Cm., im Innern bemerken wir einen grossen Blasenraum und an einer Seite desselben einen kleinen, eigenthümlich geformten Embryo. Die Länge desselben betrug nur 2,2 Mm.; ob es normal ist, dass der Embryo im Verhältnisse zu den Eihäuten so klein erscheint, muss vorläufig noch dahingestellt bleiben. Alle bis jetzt mitgetheilten Verhältnisse über die ersten Entwickelungen, die Furchungen u. s. w. sind direct beim Menschen noch nicht beobachtet worden, wohingegen die folgenden Verhältnisse, also die Entwickelung von der zweiten Woche ab, genauer untersucht und festgestellt sind. In der umstehenden Fig. 57 sind die Bildungen der Zotten und der inneren Eisäcke dargestellt worden und müssen wir jetzt vorläufig einmal kurze Zeit bei der Besprechung derselben verweilen. Die erste Figur stellt ein Ei dar, in welchem eben die drei Keimschichten angelegt sind, dasselbe ist im Längsschnitte gedacht, so, dass die schon vorhin besprochene Nervenrinne nicht der Quere, sondern der Länge nach durchschnitten wurde. Ganz zu äusserst sehen wir ein Häutchen (*d*) liegen, welches die ursprüngliche Eihaut darstellt, dieselbe ist sehr gewachsen und wird als Hülle oder *Chorion* bezeichnet. Wir sehen, dass von der einen Seite dieser Eihaut die schon erwähnten Zäpfchen abgehen und sich in die Uterusschleimhaut einsenken. Unter der Eihaut liegt nun die Anlage des Embryos. Zu äusserst sehen wir eine geschlossene Schicht (*a*), welche das äussere Keimblatt darstellt, oben erscheint dasselbe verdickt und zeigt die schon erwähnte Nervenrinne, von dem unteren Theil der letzteren gehen nach rechts und links die Theile des mittleren Keimblatts (*m*) aus, dieselben umwachsen jedoch die innere Keimblase nicht vollständig, sondern sie gehen bloss etwas über das obere Drittel des Eies hinaus. Unter diesem mittleren Keimblatte liegt nun, auch wieder allseitig geschlossen, das innere Keimblatt (*i*).

Betrachten wir nun die folgende Figur, welche einen Längsschnitt durch einen etwas älteren Embryo darstellt, so finden wir, dass sich dieser Embryo wulstartig an der Stelle der früheren Keim-

scheibe ausgebildet hat. Links liegt der Kopftheil, rechts das hintere Leibesende; wir sehen sofort, dass beide abgehoben erscheinen, was durch ein stärkeres Wachsthum der Keimscheibe in dieser Richtung

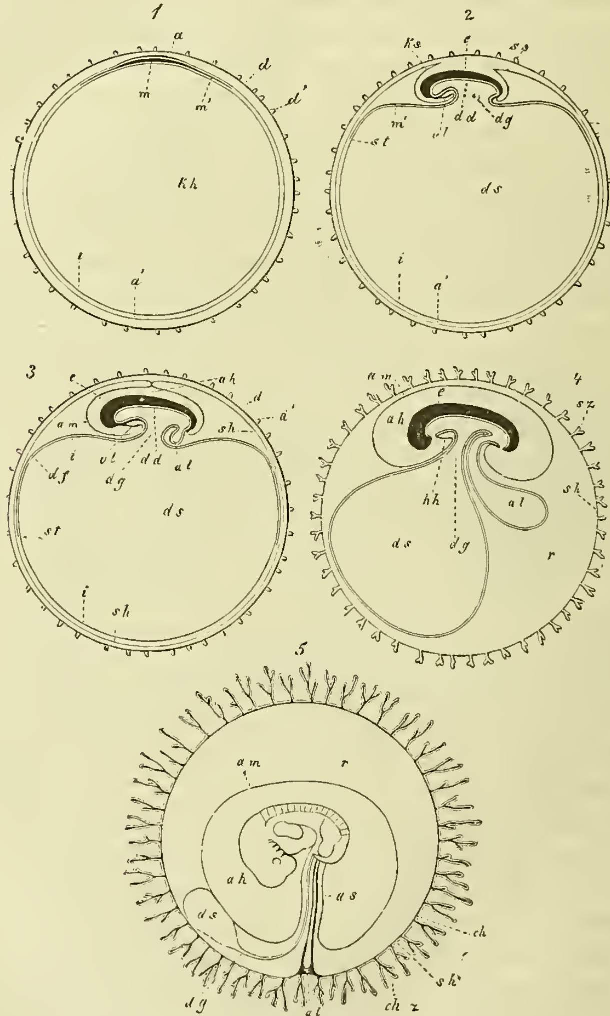


Fig. 57.
(Nach v. Kölliker, Entwickelungsgeschichte).

veranlasst wurde. Wir bemerken auch, dass das äussere Keimblatt sowohl am Kopfe wie auch am hinteren Leibesende des Embryos faltenartig geknickt ist, wir sehen weiterhin, dass sich das mittlere Keimblatt weiter ausgedehnt hat und mit dem inneren Keimblatte

der Faltenbildung vorn und hinten folgt. Die Falten, welche das äussere Keimblatt macht, sind nun sehr charakteristisch, denn sie bilden dadurch, dass sie selbst energisch wachsen, schliesslich noch eine Hülle, die um den Embryo herumzieht. Am Rücken des letzteren treten sie nämlich alsbald zusammen, verschmelzen hier, die Verschmelzungsstelle reisst auseinander und dadurch ist die der Eihaut anliegende Schicht des äusseren Keimblatts vollständig vom Embryo getrennt. Am hinteren Leibesende des Embryos tritt dann eine weitere Ausstülpung des mittleren und inneren Keimblatts auf, welche zunächst in der Form eines kleinen Bläschens erscheint; das Bläschen wird grösser, es setzt sich am hinteren Leibesende stielartig an, ist unten erweitert und scheint später mit dem Excretionsapparat in Verbindung zu treten, wir bezeichnen dasselbe als *Allantois* (*al*). Den vorderen Theil des vom mittleren und inneren Keimblatte gebildeten Hohlraums werden wir als Dottersack kennen lernen, er steht mit dem primitiven Darmrohr in directer Verbindung, schnürt sich nach und nach auch mit einem Stiele ab und verschwindet später. Die Blase, welche aus der Ektodermfalte hervorgegangen war und den Embryo nach obenhin vollständig einschloss, bezeichnen wir als *Amnion* (*ah*). Die beiden folgenden Figuren stellen uns die Bildung dieser drei Blasen dar, wir sehen, dass der Embryo mit seinen freien Körperflächen im Amnion (*ah*) liegt, dass von seiner unteren Seite die Dotterblase (*ds*) ausgeht und dass sich hinten die Allantois (*al*) abschnürt. Betrachten wir nun die Eihaut weiter, so gewahren wir, dass dieselbe uns doppelt erscheint, sie setzt sich aus der ursprünglichen Eihaut und dem einen Theile des äusseren Keimblatts zusammen und bildet eine grosse Blase um den in seinem Amnion liegenden Embryo. An einer Seite ist der leztere mit der äusseren Eiblase verwachsen; den Strang, an welchem er hängt, haben wir später auch noch näher zu betrachten, es ist der Nabelstrang. Der Raum zwischen Amnion und Eihaut wird von einer eiweissartigen Flüssigkeit erfüllt. Aeusserlich bildet nun die Eihaut immer grössere Zotten, welche sich tief in die Wandungen der Gebärmutter hineinschieben und sich in derselben verästeln, wodurch einestheils die aufnehmende Fläche bedeutend vergrösert wird und andererseits eine innigere Befestigung der Frucht mit dem mütterlichen Körper erzielt wird.

Nachdem wir so kurz die allgemeinen Verhältnisse geschildert haben, welche an den verschiedenen Häuten und an den Anhangsgebilden des Embryos auftreten, müssen wir nun auf den Körper des letzteren selbst eingehen und die Umwandlungen untersuchen, welche

an und in ihm stattfinden. Dabei wird es gut sein, wenn wir auch erst einmal ganz kurz alle die Veränderungen, welche sich äusserlich bemerkbar machen, zusammenfassen und dann erst die Bildung der einzelnen Organe besprechen. Wir haben den Keim auf einem Stadium verlassen, auf welchem sich derselbe nur aus den drei primitiven Keimschichten zusammensetzt, wir haben gesehen, dass sich das Nervensystem als Rinne anlegte, dass unter dieser Rinne das mittlere Keimblatt hervorwuchs, dass endlich nach innen das innere Keimblatt auftrat. In einem folgenden Stadium sehen wir nun, dass sich die Seiten des Nervenrohrs mehr und mehr hervor-

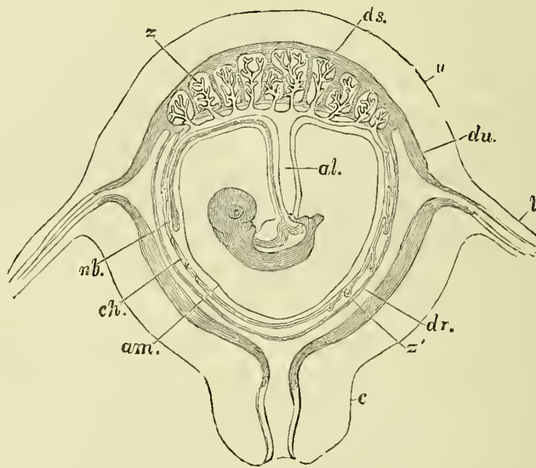


Fig. 58.

Schematischer Schnitt dnrch den schwangeren menschlichen Uterus mit darin liegendem Fötus. (Ans Hnxley, nach Longet.) *al* Allantoisstiel, *nb* Nabelblase, *am* Amnion, *ch* Chorion, *ds*, *du*, *dr* die hinfälligen Häute der Frncht nnd der Gebärmutter, *l* Eileiter, *c* Muttermund, *u* Uterus, *z* fötale Zotten der eigentlichen Placenta, *z'* Zotten des nicht placentalen Theils des Chorions.

wölben, dass sich der vordere Abschnitt derselben, sowie auch der hintere von den Keimschichten abheben, und es erscheint der Embryo jetzt in der Gestalt einer Rinne. Vorn schliesst sich dieselbe nun dadurch, dass die Ränder der Rinne miteinander verschmelzen, jedoch tritt keine vollständige Verschmelzung der beiden Rinnenhälften ein, sondern es bleibt ein Hohlraum übrig, welcher sich kanalartig vom vorderen Körpertheile nach hinten zu erstreckt. Diesen Hohlraum werden wir als Hirnhöhlen- und Rückenmarkskanal wieder antreffen.

Schon nach ungefähr 15—18 Tagen gewahren wir dann, dass am Kopftheile sehr auffällige Veränderungen vor sich gegangen sind,

es stellt sich dieser Kopf nicht mehr als einfacher röhrenförmiger Abschnitt dar, sondern wir bemerken an ihm kleine Anschwellungen und auf der unteren Fläche eine quergestellte Vertiefung, sowie an den Seiten des Kopfes nach hinten zu einige leichte Einschnürungen. Die letzteren gehen später in die sogenannten Kiemenspalten über, die auf der Bauchfläche gelegene Einschnürung wird zum Munde und an den bläschenförmigen Erweiterungen sehen wir zum Theil die Sinnesorgane auftreten, zum Theil bemerken wir, dass aus ihnen die verschiedenen Gehirnabschnitte hervorgehen.

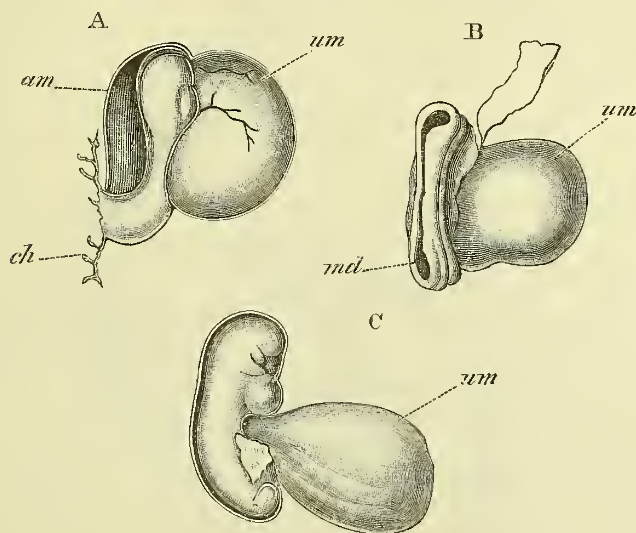


Fig. 59.

Drei junge menschliche Eier (vergrössert). (Copie aus His.)
A ein junger, von His beschriebener Embryo, von der Seite gesehen. *am* Amnion, *um* Nabelblase, *ch* Chorion, an welchem der Embryo durch einen Stiel befestigt ist. *B* von Allen Thomson beschriebener Embryo, 12—14 Tage alt. *um* Nabelblase, *md* Rückenfurche. *C* junger, von His beschriebener Embryo. *um* Nabelblase.

Der Rückentheil erscheint nun leicht gekrümmt, das Nervenrohr hat sich bis weit nach hinten geschlossen, unten finden wir hinter dem Kopfabschnitte einen S-förmig gekrümmten Schlauch, welcher das Herz darstellt, vorn gehen aus dem Herzen zwei Gefässe aus, nach hinten ein solches. Nach und nach wächst nun besonders der vordere Körperabschnitt stärker heran, wir sehen, dass die bläschenförmigen Erweiterungen des Rückenmarkkanals grösser werden, an den Seiten des Kopfes tritt vorn ein Paar rundlicher Gebilde auf, die sogenannten primitiven Augenblasen, dahinter jederseits eine Einstülpung, welche zum Gehörorgane wird, die Mund-

spalte hat sich vertieft, über ihr und nach hinten zu gewahren wir einige tiefe Furchen, welche die schon vorhin erwähnten Kiemenspalten sind, die zapfenartigen Gebilde zwischen diesen Kiemenspalten bezeichnen wir als Kiemenbogen, an den Seiten des Embryos tritt vorn ein Paar kurzer Stummel auf, es sind die Anlagen der Arme, weiter nach hinten sehen wir ein zweites Paar solcher Stummel, die späteren Beine, der Körper endigt mit einem längeren zugespitzten Abschnitte, dem sogenannten Schwanzabschnitte. Hinter

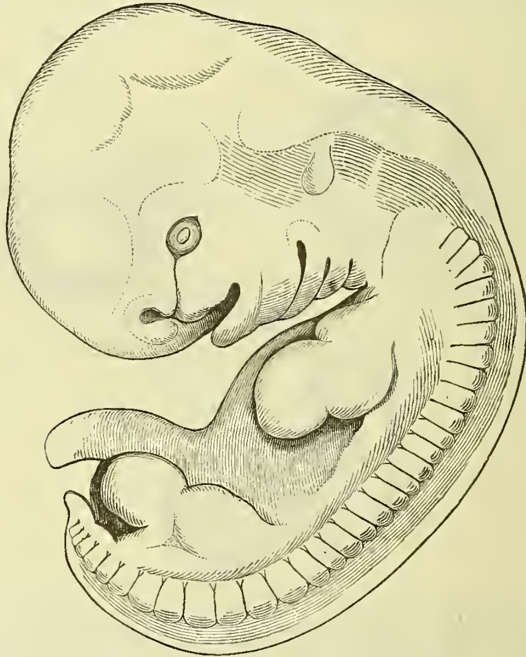


Fig. 60.
Menschlicher Embryo, achtmal vergrössert. (His, Unsere Körperform.)

dem Kopfe auf der unteren Seite liegt das gekrümmte Herz, welches nun nach und nach allerhand Umwandlungen zeigt, indem es aus dem einfachen S-förmig gekrümmten Schlauche allmählich in seine definitive Gestalt übergeht. Gleich hinter dem Herzen und kurz vor den Beinstummeln gehen nun die als Nabelstrang bezeichneten Röhren ab, indem die eine in den Dottersack, die andere in die Allantois überführt. Kurze Zeit später gewahren wir, dass die äussere Form des Körpers immer klarer und bestimmter hervortritt, der Kopf zeigt die Anlage des Gehirns zwar nur undeutlich, die Augen sind aber schon besser entwickelt, die Kiemenbogen, welche ursprünglich als

Zapfen an den Seiten vorspringen, treten vorn zusammen, die beiden oberen bilden den Kieferapparat, indem sie in der Mittellinie des Gesichts miteinander verschmelzen, die beiden unteren gehen in innere Organe ein. Der übrige Körper hat sich ebenfalls stärker entwickelt, der Brust- und Bauchabschnitt ist deutlich zu erkennen, die Arme und Beine zeigen allmählich ihre spätere Form, der ursprünglich lange Schwanztheil des Rückgrats wächst nicht in derselben Weise weiter, sondern stellt alsbald sein schnelles Wachsthum ein und nimmt dann eine normale Gestalt an. Im Innern sehen wir, dass die einzelnen Organe nach und nach ziemlich vollständig angelegt werden. An das Herz schliesst sich der Verdauungsapparat an, an diesen die Lungen, die Leber und die übrigen Drüsen; der Geschlechtsapparat differenzirt sich mehr und mehr und wir finden überall Anklänge an spätere normale Verhältnisse.

Die hauptsächlichsten Umformungen im Innern des Körpers während der ersten Entwickelungsperiode.

Bevor wir nun weitergehen, wird es gut sein, noch einmal auf ein früheres Stadium zurückzugreifen und dasselbe sowohl in seiner äusseren Form als auch in seinem inneren Bau genauer zu studiren. Wir müssen dazu ein Stadium nehmen, welches kurz auf dasjenige folgt, bei welchem wir eben den Schluss des Rückenmarkkanals beginnen sahen, also einen Embryo aus den ersten Wochen. Betrachten wir denselben von oben, so gewahren wir eigentlich wenig Aehnlichkeit mit dem zukünftig aus ihm hervorgehenden Körper. Das ganze Gebilde liegt langgestreckt, wenig gekrümmt, vorn und hinten etwas aufgehoben, den primitiven Keimblättern auf. Vorn am Kopftheile gewahren wir nur eine einfache Anschwellung, an welche sich der in seinem letzten Abschnitte noch offene Rückenmarkskanal ansetzt. Diese Fläche, welche sich nach oben kehrt, wollen wir gleich als Rückenfläche bezeichnen. Betrachten wir dem entsprechend die Bauchfläche, so finden wir auf derselben nur die Anlage des Herzens, von allen übrigen Organen können wir äusserlich noch gar nichts Genaues wahrnehmen, höchstens bemerkt man, dass im hinteren Körperabschnitte zu Seiten des Rückenmarkskanals in der Leibeswand eigenthümliche Verdickungen auftreten, welche hintereinander gelagert sind und die in ihrer Gesammtheit den Körper in einzelne Segmente zu zerlegen scheinen. Da diese Gebilde an den Stellen auftreten, an denen sich später die Wirbel finden, so hat man sie als Urwirbelplatten bezeichnet. Nehmen wir nun einen solchen

Embryo von den Eihäuten fort, durchschneiden wir ihn an verschiedenen Stellen der Quere nach, also senkrecht zum Rückenmarkskanal, nehmen wir von diesen Schnittflächen äusserst dünne Schnitte hinweg, welche also vollständig senkrecht gestellte Platten aus dem Körper des Embryos darstellen würden, präpariren wir die Platten in der entsprechenden Weise und untersuchen wir sie unter dem Mikroskop, so tritt uns ein Bild entgegen, wie wir es in den nebenstehenden Figuren gewahren. Es stellen dieselben Schnitte aus dem vorderen Körperabschnitte von Embryonen dar. Wir sehen, dass die Schnitte flach gedrückt an den Seiten spitz zulaufend erscheinen. Wenn wir z. B. Fig. 5 genauer betrachten, so gewahren wir nach oben zu, welche Fläche der Rückenseite entsprechen würde, eine Zellschicht, die aus dem äusseren Keimblatte hervorgegangen ist und die sich an den meisten Stellen ziemlich scharf markirt. Genau in der Mittellinie des Körpers sehen wir unter der oben genannten Schicht, welche, es sei hier bemerkt, später die Haut bildet, ein ringförmig geschlossenes dunkles Gebilde, es ist der Durchschnitt des Rückenmarkrohrs; wir finden, dass seine Wände aus langen Zellen gebildet werden, welche grosse Kerne besitzen, die sich dunkler färben; aus diesen Zellen gehen im Laufe der Zeit die empfindenden Theile des Nervenapparates, die Ganglienzellen u. s. w. hervor. Unter diesen Zellen liegt wieder ein rundes Gebilde, dessen einzelne Elemente im Zusammenhange bleiben, es ist dasselbe die sogenannte Rückensaite oder die Chorda; sie stellt einen bindegewebigen Strang dar, welcher den ganzen Embryo durchzieht und um welchen sich später die Wirbelsäule ringförmig anlegt. Rechts und links neben der Chorda und dem Rückenmarkskanal treten nun zwei Platten auf, es sind die oben erwähnten Urwirbelplatten. Ganz zu unterst liegt endlich eine einfache Zellschicht, welche die innerste der Schichten darstellt, das sogenannte Entoderm, aus ihr geht, wie wir auch schon bemerkten, später die Auskleidung des Darms hervor. Diese eben auf dem Querschnitt kurz besprochenen Organtheile finden sich nun in allen hinteren Körperpartien wieder, im letzten Leibesabschnitte bemerken wir nur, dass der Rückenmarkskanal noch nicht vollständig allseitig geschlossen ist, sondern dass er daselbst eine nach oben offene Rinne bildet. Untersuchen wir einen Schnitt durch die vordere Gegend des Körpers, so sehen wir, dass hier die Verhältnisse auch anders liegen, es findet sich unter der Chorda auf dem Schnitt ein Gebilde, welches röhrenförmig angelegt erscheint, es ist diese Röhre die weiter noch zu besprechende Anlage des Herzens, welches, wie wir hier schon bemerken wollen, zunächst in der Gestalt eines einfachen

Rohrs erscheint. An dieses Rohr schliesst sich vorn ein Ansatzstück an, durch welches das Blut, das später aus dem Körper kommt, zum Herzen fliesst. Nach rückwärts sehen wir zwei weitere Kanäle, es sind dies die Anlagen der Gefässe, durch welche das Blut aus dem

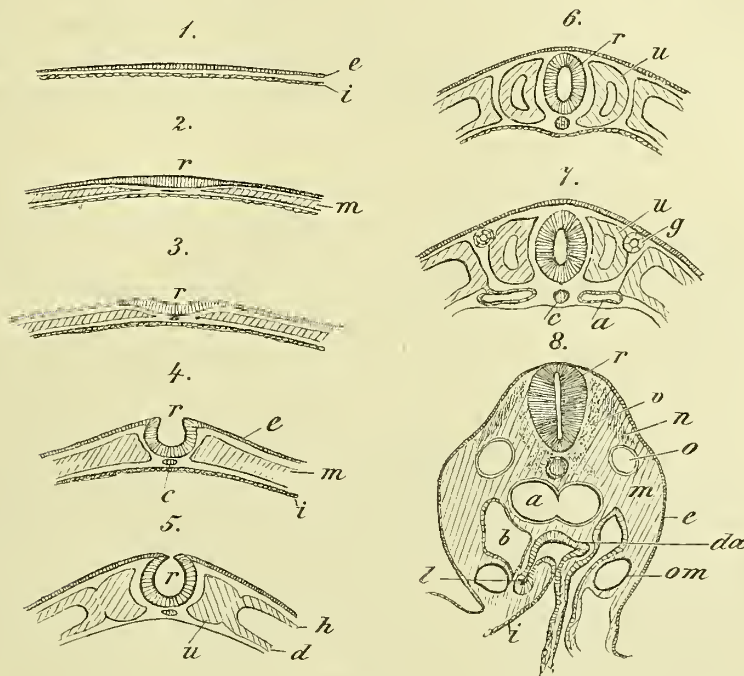


Fig. 61.

Schematische Querschnitte durch den Rumpftheil verschieden alter Embryonen. 1 Theil der Keimscheibe, nur aus zwei Zellschichten *e* (Ektoderm) und *i* (Entoderm) bestehend. 2 Theil einer älteren Keimscheibe, bei *r* eine Verdickung der äusseren Keimschicht, *m* mittleres Keimblatt. 3 Die Verdickung *r* wölbt sich rinnenartig vor. 4 Die Rinne (Rückenmarkskanal) *r* ist tiefer geworden, das mittlere Keimblatt *m* ist bedeutend gewachsen; *c* Rückensaite (Chorda), dieselbe ist schon in Fig. 2 und 3 angedeutet. 5 Die Rückenmarksrinne *r* ist beinahe geschlossen, das mittlere Keimblatt differenzirt sich in die Urwirbel *u*, welche neben dem Rückenmark liegen, in das Hautmuskelblatt *h* und das Darmfaserblatt *d*. 6 Rückenmarkskanal und Urwirbel erscheinen isolirt. 7 Neben den Urwirbeln hat sich die röhrenförmige Anlage der Geschlechtsorgane (Wolff'scher Gang) *g* abgeschnürt; neben der Rückensaite liegen die querdurchschnittenen Blutgefässe *a* (Aorten). 8 Schnitt durch den Rumpf eines schon älteren Embryos; *r* Rückenmark, *v* Anlage der Wirbelsäule, *n* Rückenmusculatur, *o* Kopfschlagadern durchschnitten, *a* Stamm der Aorten, *om* Gekrössnabelvenen durchschnitten, *da* Darmrohr, von dem sich die Leberanlage *l* abschnürt, *b* Bauchhöhle, *e* äussere, *i* innere, *m* mittlere Keimschicht.

Herzen in den Körper strömt. Vorn vor dem Herzen hat sich der Kopf etwas in die Höhe gehoben dadurch, dass sein vorderer Theil stärker gewachsen ist; gleich am Herzen legt sich später die Einstülpung an, welche in den Darmkanal überführt, die sogenannte Mundspalte.

Die Blutgefässe selbst entstehen dadurch, dass sich das mittlere Keimblatt, welches sich allmählich von der Chorda und der Mark-

röhre aus nach rechts und links ausbreitet, spaltet, die Spalträume treten mit jenen Röhren in Verbindung, welche wir am Herzen bemerken. Aus diesem einfachen Theile des Embryos legen sich nun später alle übrigen Organe und Organsysteme an. So sehen wir, dass zunächst im Umkreise der Chorda eine Hülle von Bindegewebe auftritt, die sich immer mehr und mehr erweitert und auch um die als Rückenmarkskanal bezeichnete Embryonalanlage herumgeht. Diese Hülle ist zunächst rein bindegewebiger Natur, dann tritt in ihr Knorpel auf und schliesslich Verknöcherungen, es bilden sich in der Hülle die Anlagen der Wirbel mit ihren Fortsätzen und die der Rippen u. s. w. Im Kopftheile wird aus dieser Hülle die Schädelkapsel und aus den Fortsätzen, welche von ihr ausgehen, die verschiedenen andern Skeletttheile des Kopfes. Das Nervenrohr selbst entsendet später eine Anzahl von Fortsätzen nach aussen, welche zu dem Nervenknoten werden, im vorderen Theile des Rohrs bilden sich durch Wucherungen desselben und durch Ausstülpungen die Anlagen der Gehirntheile und der von diesen abgehenden Nerven. Das einfache Herzrohr biegt sich um, es treten Verwachsungen in ihm ein und aus ihm entstehen die Kammern und Vorkammern des Herzens; aus den einfachen Gefässen, welche in das primitive Rohr einmünden, bilden sich nach und nach die übrigen Blutgefässe des Körpers. Aus der innersten Schicht entwickeln sich das Darmrohr und überdies, was wir allerdings noch nicht mitgetheilt haben, von dem Urwirbeltheile aus die Anlagen der Geschlechtsorgane und der Nieren, im hinteren Körpertheile. Die Extremitäten bilden sich als Ausstülpungen des äusseren und mittleren Keimblatts, gleichsam als Wucherungen; in sie hinein ziehen sich auch vom Rückenstabe aus Bindegewebstheile, die später verknorpeln und verknöchern und zu den Extremitätenknochen werden. Es gehen in sie vom Nervensystem nervenbildende Elemente hinein, ebenso wie vom Blutgefässsystem Röhren, durch die das Blut eintritt. Hand in Hand mit diesen inneren Vorgängen und inneren Umbildungen gehen natürlich auch die Veränderungen der Eihäute, die Ausdehnungen derselben, die Zottengebilde an der Placenta u. s. w. Es ist als Regel aufzustellen, dass genau so viel äussere Zotten in der Placenta zum Zweck einer besseren Nahrungsaufnahme gebildet werden, als die inneren Organe sich weiter entwickeln und mehr Nahrungsmaterial nöthig haben.[1])

1) Beim Hühnchen, dessen Entwickelung für die Feststellung verschiedener Thatsachen so überaus wichtig geworden ist, und bei andern Thierformen, die sich nicht im Innern des mütterlichen Organismus entwickeln, sondern welche von der Mutter aus im Ei gleich eine Masse von Nahrungsmaterial mit bekom-

Die Ausbildung der Organe können wir nun nicht mehr im Zusammenhange betrachten, sondern müssen auf die Entwickelung der einzelnen Organe selbst eingehen und so Entwickelungsreihen aufstellen, die mit den einfachsten Formen anfangen und mit dem vollendeten Organe abschliessen. Es muss dabei dem Leser überlassen bleiben, diejenigen Stufen der Entwickelung der einzelnen Körpertheile, welche sich gleichzeitig vorfinden, zu combiniren und sich ein vollkommenes Bild einer gewissen Entwickelungsstufe zusammenzusetzen.

Die Entwickelung des Verdauungsapparates.

Gerade in der Entwickelung dieses Theils zeigt sich ein wesentlicher Unterschied zwischen den sich entwickelnden Säugethieren und den sich aus Eiern entwickelnden Vögeln und Reptilien. Das Säugethier entwickelt seinen Verdauungsapparat unabhängig von der Nahrung, denn diese wird ihm ja aus dem Blute der Mutter durch das embryonale Blut selbst zugeführt, während beim Vogel und beim Reptil der Keim selbst Nahrung aufnehmen muss.

Wenn wir die Entwickelung des menschlichen Darms verfolgen, so haben wir zunächst auch auf jenes Stadium wieder zurückzugehen, welches oben mitgetheilt wurde, wir finden dann, dass die ersten Bildungen vom Entoderm ausgehen, über welche sich eine untere Platte des mittleren Keimblatts anlegt. Das Entoderm bildet diejenigen Schichten des Darms, welche wir als Epithelien bezeichnen und denen die Functionen der Umarbeitung und Aufsaugung der Nahrung zukommen. Das mittlere Keimblatt, das Mesoderm, bildet das Bindegewebe und die Musculatur, die wir am Darm finden, ausserdem gehen aus ihm die Gefässe hervor, welche in der Darmwandung verlaufen, und ganz zuletzt erst treten an das Darmrohr auch Elemente des Ektoderms heran, die sogenannten Nerven. Auf dem frühesten Stadium sehen wir nun den ganzen Verdauungsapparat, der Bildung des Entoderms entsprechend, als einfache ausgebreitete Platte, welche in Fig. 61 als einfache Schicht (*i*) dargestellt ist. Wir

---

men, fehlt selbstverständlich auch jener Theil, den wir als Placenta bezeichnen; es wuchert hier das Entoderm, also die primitivste Darmschicht um den Dotter herum und nimmt auf der nach dem Dotter zugekehrten Fläche aus diesem alle jene Stoffe auf, welche zum Aufbau der Gewebe und Organe des Embryos nöthig sind. Daher kommt es denn auch, dass die Eier solcher Thierformen im Verhältniss zu den Eiern der Säugethiere und des Menschen so sehr viel voluminöser sind, während die späteren Embryonen doch in gar keinem Verhältniss zu einander stehen.

sehen, dass sich diese Schicht nicht allseitig gleich verhält, sondern wir finden zwei Einstülpungen derselben und des mittleren Keimblatts, eine Einstülpung vorn am Kopf, eine am hinteren Körpertheile; die vordere Einstülpung bildet den Munddarm, die hintere Einstülpung den After und einige andere Organe; gleich an der vorderen Einstülpung legt sich auch das Herz mit an, vor welchem ja, wie wir oben schon erwähnten, die Mundöffnung später durchbricht. Aus dem mittleren Theile, welcher also zwischen der sogenannten Mundbucht und der hinteren Leibesfalte liegt, entsteht dadurch, dass sich der Theil mehr und mehr abschnürt, schliesslich der übrige Entoderm- und Mesodermtheil in Gestalt einer kleinen Blase, welche wir als Dotterblase bezeichnen. Die Dotterblase hat beim Menschen nur geringere Functionen, während sie beim Hühnchen den Dotter einschliesst. Wenn wir nun, dieser ersten Entwickelung folgend, nacheinander die drei Abschnitte betrachten, die wir jetzt als Vorderdarm oder Munddarm, als Mitteldarm und als Enddarm bezeichnen können, so haben wir bei denselben zu unterscheiden zwischen jenen Theilen, welche sich direct aus den obengenannten Schichten entwickeln, und jenen, welche secundär entstehen oder hinzutreten. Zu dem Munddarm tritt so beispielsweise der Kauapparat und die Speicheldrüsen, am Grunde des Munddarms entwickelt sich der Athmungsapparat; am Mitteldarm entstehen die grossen Darmdrüsen, die Leber- und Bauchspeicheldrüse; mit dem Enddarm tritt endlich der Harn- und Geschlechtsapparat vorübergehend in Beziehung. Wir müssen auf alle diese Verhältnisse achten, können sie allerdings aber nicht sämmtlich gleichzeitig nebeneinander besprechen.

Der Munddarm. Mit dem Munddarm steht die Nasenhöhle im Zusammenhange, welche ja bekanntlich von ihm nach oben hinaufführt. Es entwickelt sich dieser Darmtheil aus der sogenannten Mundbucht, welche eine Einstülpung am vorderen Körperende ist, und zwar geht die Einstülpung von zwei Seiten aus vor sich. Wir haben gesehen, dass die Dotterblase den inneren Darmabschnitt in sich eingeschlossen zeigt, dieselbe steht natürlich mit der Aussenwelt nicht in Verbindung, sondern sie ist abgeschlossen; es ist also der eigentliche Darmapparat sackförmig. Nachdem sich vorn am Kopf von aussen her eine Einstülpung gebildet hat, geht auch von innen her an der betreffenden Dotterblasenstelle eine Ausstülpung vor sich, die Einstülpung und Ausstülpung begegnen sich; jetzt ist der Munddarm nur noch durch eine dünne Haut von der Dottersackausstülpung getrennt, endlich zerreisst diese Haut und nun tritt eine freie Verbindung des Dottersacks mit der um den Körper des Embryos herum-

liegenden Flüssigkeit, dem Amnionwasser, ein, der Riss findet an der sogenannten Rachenhöhlenstelle statt.

Betrachten wir nun den Umkreis des primitiven Mundgrübchens, so sehen wir an demselben noch keine Kiefer u. s. w., wohl aber jederseits ein Paar vorspringender Zapfen, welche bogenförmig nach der Mittellinie des Körpers zu hinziehen und infolge dessen als Kiemenbogen bezeichnet werden; es entwickeln sich nach und nach noch drei Paare solcher. Der Vorderkopf wölbt sich weit nach vorn vor. Wir haben gesehen, dass an ihm seitlich die Augen auftraten; von diesen primitiven Augen führt nun eine Spalte über dem ersten Kiemenbogenpaar nach innen, der Kiemenbogen wird durch diese Spalte anfänglich scharf abgegrenzt, später verschwindet dieselbe. An diesem ersten Bogenpaare lassen sich nun zwei Theile unterscheiden, ein oberer und ein unterer; diese beiden Vorsprünge wachsen allmählich weiter nach vorn und treffen sich endlich in der Mittellinie, doch ohne zusammen zu verschmelzen, wohl aber tritt eine Verschmelzung der links gelegenen Zapfen mit den rechts gelegenen in der Mittellinie des Gesichts ein, und ausserdem verschmilzt der obere Zapfen mit dem hervorgewölbten Schädeltheile beinahe vollständig, während der untere Zapfen mit den hinter ihm liegenden Gebilden Verbindungen eingeht. Ueber dem oberen Zapfenpaar, welches schliesslich die Oberkiefer, resp. den Oberkiefer darstellt, liegt das Geruchsorgan, das wir später mit den Sinnesorganen im Zusammenhange betrachten wollen. Die unteren Zapfen (sogenannten Unterkieferfortsätze) verschmelzen ebenfalls in der Mittellinie und bilden die Unterkiefer. Zwischen den Oberkiefer- und Unterkieferfortsätzen liegt die Mundöffnung.

Zwischen je zwei Kiemenbogenpaaren liegen natürlich ein Paar Spalten, die sogenannten Kiemenspalten; dieselben haben beim Menschen weiter keine Bedeutung, sie verschmelzen zum Theil vollständig miteinander und ebenso gehen diejenigen Theile, welche bei niederen Thieren in engster Wechselbeziehung zu den Kiemenbogen stehen, beim menschlichen Embryo verloren.

Aus den zweiten und dritten Kieferbogenpaaren gehen die Zungenbeinabschnitte zum Theil hervor, in welcher Weise, braucht hier nicht näher erörtert zu werden; ausserdem stülpt sich zwischen die beiden Hälften des zweiten Kiemenbogens nach der Mundhöhle zu ein lappiges Organ aus, welches später die Zunge darstellt.

Ungefähr zu derselben Zeit sehen wir, dass von den inneren Seiten des ersten Kieferbogenpaares Falten in die Mundhöhle vorspringen, aus denen der sogenannte Gaumen hervorgeht.

Die Mundhöhle wird natürlich auch von jener Zellschicht ausgekleidet, welche den äusseren Körper überzieht, wir haben hier ebenfalls eine Epithelschicht vor uns. Durch Wucherungen der Zellen dieser Schicht entstehen dann die zahlreichen Drüsen, welche sich in der Mundhöhle vorfinden, die Schleim- und Speicheldrüsen.

Wir müssen uns die Bildung einer Drüse hier an einem Beispiele klar machen, weil wir öfter solche als Drüsen bezeichnete Einstülpungen zu erwähnen haben. Wir sehen bei der Bildung einer Drüse, dass sich die Zone der betreffenden Zellschicht, innerhalb welcher sie ausmündet, auch am lebhaftesten bei der Bildung der Drüse betheiligt. An der Stelle, wo später der Drüsenausführungsgang liegt, fangen die Zellen des sogenannten Epithels energisch an zu wachsen und sich zu theilen, dadurch entsteht zunächst eine kleine, zapfenartige Einstülpung in das unterliegende festere Gewebe, diese zapfenartige Einstülpung wird immer tiefer und tiefer, sie nimmt Zäpfchenform an und besteht in ihren Wandungen aus ähnlichen Zellen, wie wir solche in der Schicht trafen, aus der sie hervorging. Schliesslich entsteht aus der kleinen Vertiefung ein längerer Strang, der sich mehr oder minder weit in das unter ihm liegende Gewebe hinein erstreckt, wir bezeichnen dies Hineinerstrecken als Wucherung. Ist der Zapfen bis zu einer gewissen Grösse gediehen, so kann er entweder einfach bleiben, wir haben dann eine einfache Drüse, oder er kann sich an seinem unteren Ende wieder verästeln, d. h. es sprossen aus ihm eine Anzahl neuer Zäpfchen, die zu neuen Schläuchen werden, hervor. Gleichwie die Weinbeeren aus ihren Stielchen auswachsen, so wachsen von dem ursprünglichen Schlauche und von seinen späteren Abzweigungen an allen Stellen kleine Drüsensäckchen hervor (traubige oder acinöse Drüse). Durch Zerfall der inneren Zellen einer solchen Wucherung entsteht schliesslich der Hohlraum (das Lumen) der Drüse und ihrer Verästelungen.

Die Zähne. Diese wichtigen Hülfsorgane der Mundhöhle entwickeln sich erst verhältnissmässig spät, beim Embryo finden sich die ersten Anlagen im zweiten Monat, während erst im fünften bis sechsten Monat die eigentliche Verknöcherung der Zähne eintritt. Die ersten Anlagen sind denen ähnlich, welche wir eben von den Drüsen besprochen haben, und es muss gleich von vornherein bemerkt werden, dass, so unwahrscheinlich es auch auf den ersten Blick erscheinen mag, die Zähne nichts weiter darstellen als eigenthümlich veränderte Hautgebilde, ebenso wie auch die Haare und Nägel, weiterhin bei den Thieren die Federn, Schuppen u. s. w. solche Hautgebilde sind.

Es senken sich nämlich (siehe nachstehende Figur) von der äusseren Zellschicht Theile in den Kieferrand, dieselben verästeln sich auch etwas, ganz wie bei den Drüsen, und das Ende eines solchen Astes stülpt sich an den Rändern hutförmig aus. Es bildet also einen hohlen Kegel, welcher einen ebenfalls kegelförmigen Theil des inneren Gewebes umschliesst. Von den Zellen des Hohlkegels wird nun auf dem inneren Vollkegel eine feste Substanz abgeschieden, der sogenannte Schmelz der Zähne. Die innere Substanz bildet das Zahnbein und ausserdem die sogenannte Zahnpapille, d. h. also jene in der Zahnwurzel und Krone vorkommende blut- und nervenreiche Anschwellung. Beim Menschen bilden sich nur in den vorderen Zähnen zwei solche hintereinander. Wir unterscheiden hier ja bekanntlich zwischen einem Milchgebiss und einem bleibenden Gebiss; bei Thieren findet häufig eine zahlreichere Aufeinanderfolge von Zähnen statt, sodass wir dann oft drei bis vier hintereinanderliegende Zahnanlagen haben. Wie schon gesagt, geht die Verknöcherung der Zähne und die Ausscheidung des Schmelzes bei den vorderen Schneidezähnen, den sogenannten Milchzähnen, ungefähr im sechsten Monat vor sich. Es bildet sich zunächst eine knöcherne Spitze, dann wächst langsam eine dünne Knochenplatte nach hinten und unten; ist diese fertig, so wird über ihr von dem äusseren Zellmantel die Schmelzschicht abgeschieden. Anfänglich ist diese Schmelzschicht natürlich auch nur ein dünnes Häutchen, durch fortwährende Abscheidung aus den sie bildenden Zellen verdickt sie sich aber allmählich und nimmt die stärkere Form an.

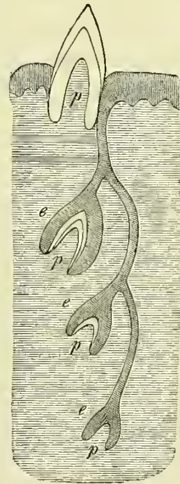


Fig. 62.
Schema der Zahnanlagen beim Säugethier; *p* Zahnpapille; *e* Mesoderm (vgl. Fig. 29) (Gegenbaur).

Wir sehen also, dass im Munddarm lauter Theile des äusseren Keimblatts zur Weiterentwickelung gelangt sind, im folgenden Darmabschnitte finden wir dagegen hauptsächlich Theile des inneren Keimblatts, des sogenannten Entoderms, welche die physiologisch wirksamen sind.

Der Darm. An diesem Abschnitte haben wir wieder eine Reihe verschiedener Theile zu unterscheiden, einen Vorderdarm, der aus dem Rachen und der Speiseröhre gebildet wird, einen Mitteldarm,

welcher den Magen, Dünn- und Dickdarm enthält, und den Enddarm oder den Mastdarm.

Die Rachenhöhle, welche sich also direct an den Munddarm ansetzt, wird, wie schon erwähnt, von dem vorderen Theile der Dotterblase gebildet, die sich nach dem Munddarm zu ausstülpt; an ihren Seiten finden sich die beiden letzten Kiemenbogenpaare und ausserdem liegt gleich unter ihr und vor ihr die weiter unten zu besprechende Anlage des Herzens. Ueber ihr zieht zunächst die Wirbelkörperanlage hin, die sogenannte Rückensaite oder Chorda, sodass eigentlich die Vorderdarmhöhle keine eigene Rückenwandung besitzt; sie geht ohne scharfe Grenze in die Speiseröhre über, die sich als kurzes Rohr darstellt, welches auch gleich hinter dem Herzen gelegen ist und sich erst dann weiter entwickelt, wenn der Brustkorb und der Halsabschnitt ihr Wachsthum beginnen. Der Mitteldarm vom Magen ab bleibt am längsten mit dem Dottersack in Verbindung; allmählich schnürt sich nun dieser ein, dadurch wird der Dottersack immer mehr und mehr auf die Gestalt eines kleinen, gestielten Bläschens zurückgedrängt, welches relativ um so kleiner wird, je älter der Embryo ist. Die erste Einschnürung findet am sogenannten Magenabschnitt statt; es setzt sich der Magen bekanntlich gleich an die Speiseröhre an und erscheint anfänglich nur als die erweiterte Fortsetzung derselben; beim späteren Wachsthum wächst dann die Speiseröhre hauptsächlich in die Länge, weniger in die Breite, wohingegen das Magenrohr gleichzeitig breiter und länger wird, sodass die Abschnürungen gegen die Speiseröhre bald schärfer und schärfer hervortreten. Gleichzeitig mit dem Wachsthum des Magens findet aber auch eine Drehung desselben statt und zwar eine Drehung seiner Längsachse, sodass schliesslich der anfänglich langgestellte Magen eine schiefe Richtung einnimmt, d. h. senkrecht zur Hauptachse des Körpers gestellt wird. Am Rücken wird das Magenrohr durch ein dünnes Band befestigt, welches die Drehung auch mitmachen muss und sich dabei taschenförmig um den Magen herum anlegt, es ist dies dann das sogenannte grosse Netz des Gekröses, das sich beim Erwachsenen als Tasche darstellt, welche sich mit einem verhältnissmässig kleinen Spalt in die Bauchhöhle öffnet.

Der Dünndarm ist zunächst ebenfalls nur ein einfaches Rohr, er bildet gleich den längsten Darmabschnitt, bleibt aber verhältnissmässig schmal. In der ersten Zeit stellt er sich als Darmschlinge dar, welche, von vorn betrachtet, ungefähr S-Form besitzt. Man kann sich die Weiterentwickelung sehr leicht construiren, wenn man aus dem S ein ℒ macht; die durchgezogene Schlinge stellt dann schon

den Dickdarm dar, welcher sich zunächst quer stellt, dann nach unten verläuft. Von jenem Punkte aus, wo aus dem S die ℒ-Schlinge hervorgeht, sehen wir ein kleines Zäpfchen abgehen, den sogenannten Blinddarm mit dem Wurmfortsatze. Es ragt diese Schleife in den Nabelstrang hinein, der Dickdarm bildet dann nach und nach ein grosses, bogenförmiges Darmstück, dessen Verlauf man sich auch ungefähr schematisiren kann, wenn man an den oberen Theil eines Fragezeichens denkt. Nach und nach wächst nun hauptsächlich der Dünndarm in die Länge und wir sehen, dass er in kurzer Entfernung vom Magen aus bald anfängt, Schlingen zu bilden, die immer zahlreicher und grösser werden und die sogenannten Dünndarmschlingen bilden. Auch der Darmabschnitt wird, wie der Magen, von einer Bindegewebsfalte festgehalten, diese Falte legt sich allen den Windungen an, welche der Darm macht, und dadurch bekommen wir schliesslich das so vielfach gewundene, lamellöse Gekröse.

Der Enddarm entsteht von der am hinteren Körperende unter dem Schwanztheile gelegenen Schwanzbucht aus, es ist dies auch eine Einstülpung, ähnlich wie die Mundbucht am vorderen Körpertheile. Nach vorn zu entspringt dann gleich von der Schwanzbucht das schon S. 267 erwähnte Allantoisbläschen, welches später zur Harnblase wird; gleichzeitig treten die noch zu besprechenden Ausführungsgänge der Harn- und Geschlechtsapparate auf der Bauchseite in den Enddarm hinein, sodass wir dann also hier einen gemeinsamen Ausführungsgang für Darm-, Harn- und Geschlechtsapparat haben, die sogenannte Cloake, welche allerdings nicht lange bestehen bleibt.

Wir hatten schon früher, S. 260, gesehen, dass beim Embryo auf dem frühesten Stadium drei sogenannte Keimhäute ausgebildet sind, eine äussere, eine mittlere und eine innere. Die äussere, das sogenannte Hautsinnesblatt, lässt aus sich das weiter unten zu besprechende Nervensystem und die Haut hervorgehen, die mittlere spaltet sich in zwei Blätter, in die obere Muskelschicht, der die grosse Musculatur des Körpers entstammt, in welcher dann die Blutgefässe, die Knorpel und Knochenmassen auftreten, und eine untere Schicht, welche nun mit dem innersten Keimblatt, dem sogenannten Entoderm, den Verdauungsapparat bildet. Die untere Hälfte des mittleren Keimblatts wird zu dem um den Verdauungsapparat sich vollständig herumziehenden Muskelrohre, das innere Keimblatt bildet die dies Muskelrohr auskleidende Zellschicht, die sogenannten Darmepithelien, welche sich ganz verschieden verhalten, je nachdem wir verschiedene Abschnitte des Darms untersuchen. Aus diesem Darm-

epithel gehen auch durch Wucherung der einzelnen Zellen desselben die Darmdrüsen und Darmzotten hervor. Die Darmzotten sind Ausstülpungen in das Innere des Darmrohrs, die Darmdrüsen sind Einstülpungen in die Darmwandung. Wir haben hier den S. 278 erwähnten Einstülpungsprocess in den mannigfachsten Modificationen und in äusserst häufiger Anzahl, wir finden, dass sich einfache schlauchförmige Drüsen bilden, und treffen neben diesen dann auch verästelte Drüsen an.

Als Anhangsorgane an das Darmrohr bilden sich ganz nach dem Schema der einfachen Drüsenentwickelung vorn die Lungen, die Schilddrüse und die Thymus, am Mitteldarm die Leber, die Bauchspeicheldrüsen und die Milz.

Die Lungen, welche später zu Respirationsorganen werden, sind zunächst zwei kleine Ausstülpungen am hinteren Theile des Schlundes, welche sich innerhalb der zweiten bis dritten Woche beim Embryo anlegen. Wir sehen am Grunde des Darms, dort, wo die Speiseröhre anfängt, eine Rinne auftreten, die nun zu der Luftröhre und der eigentlichen Speiseröhre wird, vom hinteren Theile des Luftröhrenrinnenabschnitts gehen dann die erwähnten Ausstülpungen aus, die zu den eigentlichen Luftröhrenästen und den Lungenbläschen werden. Diese Rinne schliesst sich durch Wachsthum ihrer Ränder in ihrem oberen Theile, von hinten nach vorn zu fortschreitend, und dadurch bildet sich schliesslich eine dem Darmrohr zunächst parallel liegende Röhre, die Luftröhre aus; diese Luftröhre löst sich nur in ihrem hinteren Abschnitte, dort, wo die beiden Lungenbläschen von ihr ausgingen, vom Darmrohr vollständig ab, in den übrigen Theilen bleibt sie mit diesem im Zusammenhange. Die Luftröhre bildet in ihrem vorderen Theile den Kehlkopf dadurch, dass in den mittleren Zellschichten Knorpel u. s. w. zur Entwickelung gelangt, ebenso bilden sich im Umkreise der Luftröhre, auch aus dem mittleren Keimblatte, später Knorpelhalbringe, die sich bis in die Lungen hinein verfolgen lassen. Die kleinen Aestchen, welche die Luftröhrenverzweigungen bilden, gabeln sich nun an ihren unteren Enden sehr schnell astförmig, bleiben dabei aber immer Schläuche, deren späterer Hohlraum allerdings nicht ohne weiteres zu constatiren ist, weil die Epithelzellen eng aufeinander liegen; die Verästelungen gehen schliesslich weiter und weiter, endlich bekommen wir am letzten Theile die sogenannten Lungentrichterchen, deren Wandungen sich etwas ausbuchten und die Lungenbläschen entstehen lassen.

Die Schilddrüse entsteht in der Mittellinie des vorderen

Schlundrohrs auch anfänglich als Rinne, dann später als kleine knotenförmige Verdickung, aus dem Knötchen geht ein kurzer Strang hervor, welcher zu einem Schlauche auswächst, der Schlauch entsendet dann eine Anzahl seitlicher Lappen, welche sich wieder je aus verästelten Drüsenschläuchen zusammensetzen. Die Function der Schilddrüse ist bekanntlich noch unaufgeklärt.

Die Thymus oder sogenannte Brustdrüse entsteht ebenfalls vom vorderen Schlunde aus. Wir haben S. 269 erwähnt, dass zwischen den Kiemenbogen Spalten auftreten, die sich später schliessen; eine solche zwischen zwei Bogen gelegene Spalte vertieft sich und entwickelt schliesslich aus sich heraus eine Drüse, die Epithelzellen derselben werden allerdings später verändert, so stellt sie eine grosse Lymphdrüse dar, die besonders beim Neugeborenen mächtig entwickelt ist, später aber nach und nach zurückgeht und im Greisenalter vollständig verschwindet.

Das mittlere Darmrohr schnürt, wie schon erwähnt wurde, die drei oben genannten grossen Darmdrüsen ab, welche wir jetzt besprechen wollen.

Die Leber ist in ihrer ersten Anlage noch nicht genau verfolgt worden, bei Säugethieren, z. B. den Kaninchen, entwickelt sie sich aber als kleiner Zapfen vom Mitteldarm aus, bald bildet sich hinter diesem ersten, sich zu einem Schlauche oder Gange weiter entwickelnden Zäpfchen ein zweites, hinter ihm gelegenes, dann bildet sich von der Darmwand aus nach diesen beiden Zapfen zu eine Verdickung des mittleren Keimblatts, die Zapfen senken sich in diese hinein und verästeln sich nun in der rasch wachsenden Verdickung ganz nach Art der Drüsen sehr schnell und sehr zahlreich, dabei tritt eine Trennung in Hautlappen ein, welche sich um die Darmwandung herumlegen, diese also umschliessen. Ausserdem treten in die Leber Blutgefässe herein, die wir weiter unten besprechen müssen.

Die Gallenblase entsteht neben der Leber am rechten Lebergange als kleines Bläschen, sie entsendet ebenfalls bald eine Anzahl von Gängen zwischen die Leberläppchen hinein, die sogenannten Gallengänge. Anfänglich stellen sich die Gallengänge als Ausstülpungen der Lebergänge dar, die sich später untereinander vereinigen und mit gemeinsamem Ausführungsgange in die Gallenblase überführen.

Die Bauchspeicheldrüse entwickelt sich am ersten Dündarmabschnitt, aber an der Rückenseite, nicht weit von der Leberanlage entfernt. Zunächst ist sie eine kleine Verdickung, diese vertieft sich dann, die Epithelschicht des Darms wächst schlauchförmig

und sich bald verästelnd in dieselbe hinein, wodurch dann in ihr die Verästelungen der Drüsenträubchen entstehen.

Die Milz, welche eine Blutdrüse darstellt, entsteht innerhalb des Bauchfells, welches den Magen an die Bauchwand anheftet, es ist dieselbe ein Geflecht von Blut- und Lymphgefässen, auf deren Entwickelung wir hier nicht näher eingehen können.

Das oben erwähnte Dotterbläschen, welches durch den Dottergang mit dem Darmrohr noch in Verbindung stand, schrumpft in seinem Gange im Laufe der Zeit mehr und mehr zusammen, es liegt der Länge nach im sogenannten Nabelstrange, endlich fällt die Wandung des Dottergangs zusammen, derselbe schliesst sich und damit ist dann der gesammte Darmkanal selbstständig geworden, er steht jetzt durch die Mund- und Afteröffnung mit der um den Embryo herumliegenden Amnionshöhle in Verbindung, gegen Ende des Embryonallebens füllt er sich nach und nach mit Resten von Epithelzellen, mit Galle, Salzlösungen, Haaren u. s. w. an, welche Stoffe kurz nach der Geburt als sogenanntes Kindspech, *Meconium*, aus dem Darm entfernt werden.

Die Entwickelung des Gefässsystems.

Schon sehr frühzeitig legt sich der Gefässapparat, welcher ja die Ernährung aller übrigen Organe zu besorgen hat, in seinen hauptsächlichsten Grundzügen an. Es ist die Entwickelung der Blutgefässe nicht leicht zu verstehen, wir haben bei den Gefässen, die dem Embryo zukommen, zu unterscheiden zwischen Anlage jener, in denen das Blut gebildet wird und derjenigen in denen es circulirt, zu den letzteren haben wir vornehmlich das Herz und die von diesem austretenden grösseren Gefässstämme zu zählen.

Wir haben bei diesen Theilen zunächst daran zu denken, dass es darauf ankommen muss, eine Anzahl von untereinander communicirenden Hohlräumen zu bilden, in denen dann die Blutflüssigkeit nach bestimmten Richtungen hin weitergetrieben werden muss. Wir sehen, dass diese Hohlräume zu einer gewissen Zeit im mittleren Keimblatt auftreten. Zunächst bildet sich unter der später noch zu besprechenden Rückensaite und unter dem Schlunde eine eigenthümliche Zellwucherung, welche nach und nach die Gestalt zweier henkelartiger Fortsätze an dem Kopftheile annimmt. Im Innern dieser Wucherungen entsteht nun ein Hohlraum, welcher die eigentliche Herzhöhle repräsentirt. In den Hohlraum tritt von hinten herein je ein Gefäss, d. h. ein ähnlich entstandenes Röhrchen, während vorn ein gleiches austritt, zu dieser Zeit ist der Rückentheil des Embryos

noch sehr wenig entwickelt. Bei den Säugethieren, wo wir diese Verhältnisse ja einzig studiren können, z. B. beim Kaninchen, hat sich die Rückenfurche, welche das Centralnervensystem bildet, zur Zeit der Herzbildung, welche hier am achten Tage auftritt, noch nicht geschlossen. Die beiden henkelförmigen Seitentheile des Herzens wachsen dann nach der Mittellinie zu und treten endlich in der Mittellinie miteinander in Verbindung, dadurch entsteht ein einziger Schlauch, aus dem hinten noch die beiden sich noch nicht verbunden habenden Theile, die sogenannten Dottervenen hervortreten. Diese Dottervenen haben die Bestimmung, das Blut aus der Embryonalscheibe in das Herz überzuführen. Wir haben ja gesehen, dass sich der Embryo auf solch frühem Stadium ungefähr scheibenförmig ausdehnt, den Rand dieser Scheibe bezeichnen wir als hellen Hof, an der Mittellinie der Scheibe liegt central der Körper des Embryos, speziell das Nervenrohr. Nun sehen wir, wie in dem um den Körper herum liegenden Hofe, besonders am Rande, eigenthümliche Verdickungen eingetreten sind, welche sich, wenn man sie auf Schnitten untersucht, als Wucherungen darstellen, die sich später aushöhlen und in der Randzone ein eigenthümliches Röhrennetz bilden, es ist dies Röhrennetz das primitive Blutgefässsystem. Innerhalb der Spalträume sehen wir an den Wänden derselben eigenthümliche Zellen, welche sich nach und nach loslösen und in die Spalte hineinfallen, es sind dies die primitiven Blutzellen, welche sehr bald in Bewegung gesetzt werden und zwar durch Bewegungen, welche der Herzschlauch ausübt.

Ganz zu äusserst von dieser Randzone liegt nun ein ringförmig um diese Zone herum verlaufendes Kanälchen, das Ringgefäss, der sogenannte Endhohlraum oder *Sinus terminalis*. In diesem Ringgefäss sammelt sich das Blut und geht dann von hier aus nach dem Herzen zu, und zwar nach dem hinteren Herztheile; die beiden schon oben erwähnten Röhrchen, welche sich an das Herz ansetzen, dienen als Zuleitungskanäle. Man bezeichnet die Gefässe, welche vom Ringgefäss das Blut in das Herz hineinbringen, als Nabelschnurgekrösvenen, weil sie später durch die Nabelschnur hindurch in die Placenta, also in den Mutterkuchen hineintreten und das Blut aus diesem herausführen. In den Abbildungen der Fig. 57 sehen wir das Randgefäss bei *st* zunächst noch in der Nähe des Embryos liegen, von ihm aus bis an den Embryo heran liegt der Gefässhof im mittleren Keimblatte. In Fig. 3 ist dies Gefäss schon über die Mitte des gesammten Eies herübergerückt und in Fig. 4 sehen wir, dass es bereits über den ganzen Dottersack wanderte, sodass derselbe

nun allseitig von dem primitiven Gefässe umschlossen wird. Es legt sich dann die Gefässanlage den äusseren Keimhäuten eng an, und dadurch entsteht eine innige Verschmelzung zwischen diesen und dem aus dem Gefässhofe hervorgehenden Röhrensysteme. Es bilden sich darauf in den Zotten des Mutterkuchens die Blutgefässe als sogenannte feine Capillaren aus und nehmen aus den Blutgefässen der Mutter, welche um diese Zotten herum ebenfalls auftreten, Nahrungsstoffe auf, eine directe Mischung des kindlichen Blutes findet aber niemals statt.

Sowie sich die Herzschläuche gebildet haben, fangen sie auch an eigenthümliche rhythmische Bewegungen auszuführen, durch welche zunächst ihr Inhalt hin und her bewegt wird, die Schläuche füllen sich allmählich prall mit dem Blute an, und dieses wird nun vorn aus dem Gefässe durch die sogenannten Arterien der Nabelschnur und des Gekröses herausgetrieben. Diese Arterien führen die Flüssigkeit in den Gefässhof hinein, lassen sie in die Spalträume desselben eintreten, spülen hier die an den Wandungen der Spalträume sich entwickelt habenden primitiven Blutzellen fort, endlich strömt das Blut in dem Ringgefässe des Gefässhofs zusammen und geht von hier aus durch die eben besprochenen Nabelgekrösvenen zum Herzen zurück. Wir sehen also, dass schon ziemlich frühzeitig eine eigenthümliche Circulation des Blutes stattfindet, dieselbe entwickelt sich nun in jedem Augenblicke weiter und führt schliesslich zu einem etwas constanteren Kreislaufe, welcher bis zum Ende des Embryonallebens bestehen bleibt und den wir jetzt weiter verfolgen müssen.

Die weitere Entwickelung des Herzens. Wir haben gesehen, dass das Herz anfänglich aus zwei Röhren bestand, welche sich schliesslich in der Mittellinie des Körpers miteinander vereinigten und nun durch Verschmelzung einen mittleren einfachen Theil darstellten, aus welchem vorn zwei Gefässe herausgingen, während hinten zwei in ihn eintraten. Der unpaare Herzabschnitt, welcher jetzt bedeutend länger geworden ist, wölbt sich nun S-förmig, er bekommt ein paar Knickungen, wie es in der beigegebenen Figur schematisch wiedergegeben ist. Dort, wo vom Rücken des Embryos her die Nabelgekrösvene eintritt, bilden sich an dem Schlauche ein paar kleine Hervorwölbungen, die sogenannten Herzohren, neben diesen Herzohren entstehen die Vorhöfe des Herzens. Jetzt hat der ganze Herzschlauch eine eigenthümliche Form angenommen, er biegt sich zunächst von oben nach unten etwas um, verläuft dann von vorn nach hinten, dieses Stück bildet später die linke Herzkammer.

Unten biegt nun der Herzschlauch nach der rechten Seite ab, bildet auch eine kleine Anschwellung, die rechte Herzkammer, aus dieser geht dann nach oben, durch eine Einschnürung etwas abgesetzt, der gemeinsame Aortenstamm, der sogenannte Aortenbulbus hervor. Aus diesem Aortenbulbus treten dann mehrere Gefässe aus, die wir später weiter berücksichtigen müssen.

Anfänglich erweitern sich besonders die Kammern des Herzens sehr bedeutend. Da beim Menschen das Herz bekanntlich streng in eine rechte und linke Hälfte geschieden ist, so sehen wir, dass eine solche Scheidung im einfachen Herzschlauche schon ziemlich früh vor sich geht, die einzelnen Theile des Schlauchs legen sich nahe aneinander heran. Die Herzkammern, von denen ja anfänglich nur die links gelegene das Blut in den Körper hinein entsendet,

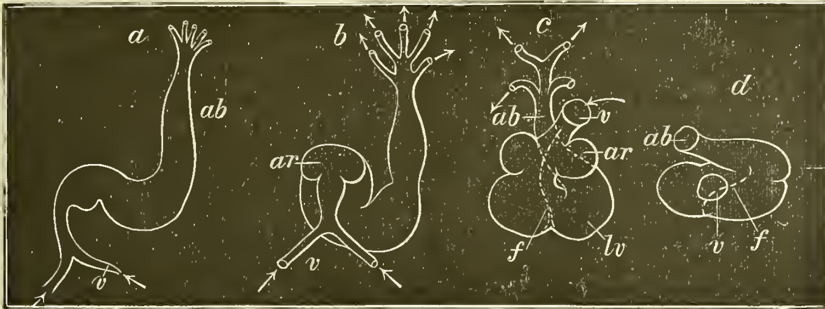


Fig. 63.

a sich knickender Herzschlauch, *ab* Aortenstamm. *b* doppelt geknickter Herzschlauch, *v* Venenstämme, *ar* Herzohren. *c* weiter entwickeltes Herz, *v* Vene, *lv* linke Herzkammer, *f* Scheidewand, welche im Kammertheile auftritt. *d* die Fig. *c* von oben gesehen. Die Pfeile deuten die Richtung des Blutstroms an.

müssen voneinander getrennt werden, aber es muss dabei auch der Arterienstamm, welcher aus der Herzkammer herauskommt, eine Scheidung erfahren, sodass ein Theil desselben aus der rechten Herzkammer, ein anderer aus der linken austritt. Es erhebt sich vom Grunde des Herzens eine halbmondförmige Falte in den Herzkammertheil hinein nach den Vorkammern zu; durch diese Falte wird das Herz schon unvollkommen in eine rechte und linke Hälfte getrennt. Es theilt sich auch der Arterienstamm; ein Theil führt in die rechte Herzkammer, es ist derjenige, welcher später das Blut in die Lungen hinein schickt, der andere bleibt mit dem linken Kammertheile in Verbindung. Ebenso trennt sich die ursprünglich einfache Vene durch eine in ihrem Innern auftretende Scheidewand in diejenige, welche das Blut aus der Lunge in die linke Vorkammer führt, und in diejenige, welche es als grosse Hohlvene aus dem Körper in die

rechte Vorkammer leitet. Anfänglich ist die Trennung der Vorkammern nicht ganz vollständig, sondern es stehen dieselben untereinander durch eine breite Oeffnung in Verbindung; diese Oeffnung schliesst sich im Laufe der Zeit in den meisten Fällen, häufig bleibt sie aber auch in kleineren Dimensionen zeitlebens bestehen; ihrer Form nach wird die Oeffnung als ovales Fenster bezeichnet.

Die Entwickelung der Gefässe. Wir haben bei denselben auch gleich von Anfang an Arterien und Venen zu unterscheiden, deren Weiterentwickelung wir jetzt getrennt voneinander untersuchen wollen.

Aus dem Vordertheile des schlauchförmigen Herzens tritt ein stärkerer Stamm heraus, der als Arterienstamm bezeichnet wird. Dieser gemeinsame Stamm gabelt sich nun bald, d. h. er entsendet zwei Seitenstämme, welche bogenförmig von ihm abgehen und welche das erste Aortenbogenpaar darstellen. Diese Gefässe treten in den ersten Kiemenbogen ein, laufen dann nach der Basis des Kopftheils zu und treten in den Gefässhof des Embryos über, und zwar ohne sich zunächst zu vereinigen, erst im Brust- und Bauchabschnitte des Embryos findet ihre Vereinigung statt. Man bezeichnet dies gemeinsame Gefäss als herabsteigende Aorta. Unter diesem primitiven Aortenbogen entwickeln sich nach und nach jederseits noch vier weitere, jedoch findet man niemals alle fünf Bogenpaare gleichzeitig nebeneinander, denn sowie die hinteren in ihrer Entwickelung fortschreiten, gehen die vorderen zum Theil wieder zu Grunde, meist sind nur drei Bogenpaare entwickelt. Die ersten vier Paare entsprechen den vier Kiemenbogen des Kopfes (wir sehen bei niederen Thieren, z. B. bei Fischen, dass die Gefässe zeitlebens bestehen bleiben). Von den ersten beiden Aortenbogen bleiben nur die äusseren Ränder bestehen, die mittleren Theile verschwinden, aus den Seitentheilen entwickeln sich die inneren und die äusseren Kopfschlagadern. In die Wurzel der äusseren geht der obere Bogenabschnitt des dritten Aortenbogenpaares ein, sodass von diesem Paare die Mitte und die nach innen gelegene Seite erhalten bleibt, während die äussere Seite zum Theil verschwindet. Das vierte Bogenpaar bleibt nun zeitlebens bestehen, der linksseitige Bogen bildet den Stamm für die Wirbelarterien und die in die obere Extremität eintretende sogenannte Axillaris; der rechte Bogen dieses vierten Paares wird zum bleibenden Aortenbogen, er biegt nach rechts um und geht dann unter dem Herzen in die hinabsteigende Aorta über. Von dem fünften Bogenpaar geht der linksseitige Theil zu Grunde, der rechts gelegene geht anfänglich in den Aortenbogen

hinein und entsendet gleichzeitig ein Paar Gefässe in die Lunge. Dies Verhalten ist wichtig, denn es geht das Blut, wie wir weiter unten noch zu betrachten haben, nicht sämmtlich in die Lunge, sondern nur zum Theil; nach der Geburt ändern sich die Verhältnisse allerdings wesentlich. Die Nabelgekrösarterien verschwinden nach und nach bis auf eine kleine, dafür geht aber dann von der herabsteigenden Aorta die eigentliche Nabelarterie in den Mutterkuchen hinein, um so die nöthige Ernährung des Embryos zu veranlassen; später gehen diese Nabelschnurarterien vollständig zu Grunde, ihre letzten Reste bleiben nur noch als Bindegewebsstränge neben der Harnblase bestehen.

Was nun die sich gleichzeitig bildenden Venen anlangt, so haben wir als die ersten derselben schon früher die Nabelgekrösvenen kennen gelernt, welche mit einem kurzen gemeinsamen Stück in den Herzschlauch einmünden und deren Endverzweigungen die Venen des Gefässhofs darstellen. Nachdem sich der Darm gebildet hat, verschwindet eine dieser Venen, der Stamm derselben nimmt noch die Venen der Allantois auf, welche um so stärker werden, je weiter die Entwickelung des Embryos vor sich geht, sodass die ursprüngliche Nabelgekrösvene gegen sie vollständig verschwindet. Um diese starke Nabelschnurvene legt sich dann später die Leber herum, es bildet sich eine Verbindung zwischen der Vene und den Gefässen der Leber; es treten die zur Leber gehenden Venen unten von der Nabelschnurvene ab, sie verästeln sich innerhalb der Leber und führen dann wieder als die herauskommenden Lebervenen zur Nabelvene zurück. Auf diese Weise geht der grösste Theil des zum Herzen strömenden Blutes zunächst durch die Capillaren der Leber hindurch. Da die in die Leber einführende und aus derselben herauskommende Vene beide derselben Nabelvene angehören, so sind sie untereinander verbunden, sie bleiben verbunden bis zur Geburt, dann verschwindet das Stück der Nabelvene, welches zwischen der Abgangsstelle der austretenden und der Eintrittsstelle der von der Leber kommenden Vene liegt, sodass dann alles Blut, welches durch die Nabelvenen zur Leber strömt, durch diese hindurchgehen muss.

Vom Kopfe kommt ein Paar grösserer Venenstämme zurück, die sogenannten Halsvenen, welche ausserdem auch noch die aus der oberen Extremität stammenden Armvenen aufnehmen und mit diesen einen gemeinsamen Stamm bilden. Aus dem hinteren Körperende kommt ein Paar Venen herauf, welche das Blut aus den Zwischenwirbelpartien herausführen und sich mit den eben erwähnten Halsvenen zu einem gemeinsamen Stamm vereinigen. Später ver-

schwindet der untere Theil dieser Venen, nur das obere Ende der rechtsseitigen bleibt als unpaare Blutader, das der linksseitigen als obere Zwischenwirbelvene bestehen. Durch diese Venen strömt gleichzeitig das Blut aus den Urnieren zum Herzen. Im unteren Theile gabeln sich von den Cardinalvenen jederseits Zweige ab, die sich in der Mitte des Körpers vereinigen und den längs der Aorta verlaufenden Stamm der grossen inneren Hohlvene bilden, die kurz vor dem Herzen in die Nabelvene einmündet. Zu bemerken ist hier nur noch, dass sich später von dem linksseitigen Stamme der Hals- und Cardinalvenen die Halsvene abtrennt und durch einen besonderen Gang die sogenannte linksseitige namenlose Vene in den rechtsseitigen Stamm der Halsvene überführt. Auf alle weiteren Einzelheiten kann hier nicht eingegangen werden, weil dazu sowohl die Anatomie als auch die Entwickelungsgeschichte bedeutend weiter ausgedehnt werden müsste, als es in der Idee dieser Arbeit liegt.

Der Blutkreislauf im Embryo. Den ersten Kreislauf, welcher schon S. 285 angedeutet wurde, bezeichnet man als Kreislauf im Fruchthofe, später, nach der vollständigen Ausbildung des Mutterkuchens, der Placenta, tritt der sogenannte Placentarkreislauf auf, welcher so lange bestehen bleibt, als sich der Embryo innerhalb des mütterlichen Körpers befindet. Es ist ja gerade die Placenta die einzige Stelle, durch welche ein Austausch zwischen mütterlichem und kindlichem Blute stattfinden kann, es muss daher auch alles Blut, welches durch den Körper des Embryos hindurchgegangen ist, zunächst in die Placenta eintreten, dort gibt es Kohlensäure ab und nimmt dafür Sauerstoff auf, ebenso wird auch daselbst ein Theil der Excretionsstoffe ausgeschieden und ausserdem findet eine Neuersetzung der Nahrung, d. h. des Blutserums, statt. Es geht alles Blut des Embryos aus der linken Herzkammer in die Placenta hinein; da aber die linke Herzkammer aus den Vorkammern kein reines Blut erhält, weil durch das ovale Fenster die beiden Vorkammern miteinander in Verbindung stehen, so ist selbstverständlich die Circulation keine ganz vollkommene. In den Vorkammern trifft das aus der Nabelvene kommende, zum grössten Theil arterielle, sauerstoffreiche Blut gleichzeitig mit dem aus dem Körper durch die Körpervenen zuströmenden venösen Blute zusammen. Die aus dem rechten Herzkammertheile entspringenden Lungenarterien bringen venöses Blut in die Lungen hinein, zum andern Theile strömt aber



Fig. 64.
Dotterkreislauf.
a Dottersack mit seinem Gefässnetz, auf ihm liegt der gebogene Embryo; *g* absteigende Aorta, *f* Aortenbogen; *d* Herzschlauch. (Wundt, Physiologie.)

das Blut aus der rechten Kammer durch den dort bestehenden Theil des fünften Aortenbogens direct in die Aorta ein. Man bezeichnet diese Verbindung des Aortenbogens mit der Lungenarterie als die Botalli'sche Leitung (*Ductus Botalli*). Später geht dieser Theil zu Grunde und erst nach der Geburt tritt der Lungenkreislauf vollständig in normale Thätigkeit, während er vorher nur eine ganz nebensächliche Bedeutung besass. Ausserdem ist es noch der Fall, dass die vordere Körperhälfte ein mehr arterielles Blut bekommt als die hintere, in welche ja das venöse Blut aus der rechten Herzkammer ebenfalls einströmt; die Folge dieser besseren Ernährung des vorderen Körpertheils ist ein energischeres Wachsthum desselben gegenüber dem hinteren Körperabschnitte.

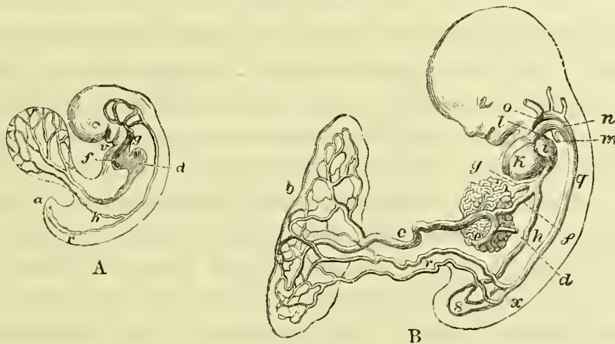


Fig. 65.

Placentarkreislauf. *A* Hauptgefässe eines jungen Embryos. *a* Schwanztheil, *v* Mundspalte, *d* Herzvorkammer, *f* Kammer, *g* Aortenbulbus, nach oben gehen vier Kiemenbögen ab, *k* Nabelarterie, *r* spätere Nabelarterie. *B* Aelterer Embryo. *b* Mutterkuchen, *k* Herzkammer, *i* Vorkammer, *o* aufsteigende Aorta, *q* Aorta, *c* Nabelvene, *d* Pfortader, *g* Lebervene, *h* untere Hohlvene, *r* Nabelschnurarterien. (Wundt, Physiologie.)

Sowie sich bei der Geburt die Placenta aus der Gebärmutter losgelöst hat, tritt ein wesentlich anderer Kreislauf ein, es hat dann ja selbstverständlich jeder Zusammenhang zwischen Mutter und Kind aufgehört und der Körper des letzteren muss sich in einer ganz andern Weise ernähren, als es bisher geschehen war; es schliesst sich dann alsbald das Fenster zwischen den beiden Herzvorkammern und nun tritt eine strenge Scheidung in eine rechte und linke Herzseite ein. Gleichzeitig erweitern sich die Lungengefässe, denn sie müssen nun das gesammte Blut, welches aus dem Körper zurückkommt, aufnehmen und mit dem Sauerstoff der Luft in Verbindung bringen; dadurch tritt der Ductus Botalli zurück und verschwindet vollkommen, es treten die Lungenvenen nur in die linke Herzkammer ein, bringen also sauerstoffreiches Blut in diesen Herztheil hinein, aus der linken Vorkammer kommt es in die linke Herzkammer und

von hier aus geht es als vollständig reines Blut durch die Aorta in den Körper über. Die Aorta bezeichnet man nun in ihren verschiedenen Theilen mit verschiedenen Namen. Der ursprüngliche Theil vom Herzen aus führt die Bezeichnung Aortenbulbus, der aufsteigende Theil der Aorta heisst die aufsteigende (*Aorta ascendens*), diese biegt in die bogenförmige Aorta, den Aortenbogen (*Arcus aortae*) um und verläuft endlich als absteigende Aorta (*Aorta descendens*) neben und unter der Wirbelsäule innerhalb der Bauchhöhle. Die Verzweigung der Arterien ist S. 54 beschrieben worden. Durch die Hohlvene strömt dann das gesammte venöse Blut zur rechten Vorkammer des Herzens zurück, um dann von hier aus in die rechte Herzkammer und aus dieser in die Lungen zu gelangen.

Die Entwickelung des Harn- und Geschlechtsapparates.

Schon S. 236 wurde zum besseren Verständniss des Baues der Geschlechtsapparate erwähnt, dass sich dieselben schon frühzeitig beim Embryo anlegen und dass auf einer gewissen Entwickelungsperiode eine Trennung der Geschlechter absolut nicht durchführbar erscheint. Wir werden nun weiter sehen, dass der ganze Geschlechtsapparat auch mit dem Excretionsapparat, welchen wir als harnausscheidenden (Niere) bezeichnen, in engster Beziehung steht. Schon früher wurde des sogenannten Wolff'schen Körpers beim Embryo Erwähnung gethan. Dieser Wolff'sche Körper legt sich nun als doppeltes, etwas kammartig vorgewulstetes Gebilde auf der unteren Seite des Embryos an und zwar verhältnissmässig schon ziemlich früh. Wir bezeichnen die erste Anlage auch wohl als Urniere, Primordialniere oder Wolff'schen Körper. Die aus diesem austretenden Gänge werden als Wolff'sche Gänge bezeichnet, sie treten mit der Allantois in Verbindung. Die Urnieren bilden sich als Abschnürungen aus dem mittleren Keimblatte neben den sogenannten Urwirbeln, die wir später noch genauer betrachten müssen. Neben dieser Röhre entstehen kurze Schläuche, die sogenannten Urnierenschläuche, welche nach der Bauchhöhle zu mit feinen Oeffnungen ausmünden, dann eine ungefähr S-förmige Gestalt annehmen und in den Urnierengang eintreten. In der Urniere entstehen sogenannte kleine Kapseln, die Malpighi'schen Körperchen, mit diesen treten die Urnierenschläuche in Verbindung, jetzt wachsen sie rasch heran und knäueln sich immer mehr und mehr auf, die Urnierengänge münden dann in den gemeinsamen Ausführungsgang ein.

Die Nieren bilden sich anfänglich vollständig unabhängig vom eigentlichen Wolff'schen Körper, sie gehen als kleine Säckchen

von den Seiten der Wolff'schen Gänge ab, legen sich hinter dem Wolff'schen Körper an und rücken nach und nach mehr nach oben herauf. Das obere Ende dieser Gänge bildet den eigentlichen Nierentheil, das untere Ende die Harnleiter; es sprossen von dem oberen, sich zunächst verdickenden Theile eine Reihe von Schläuchen aus dem Nierengange hervor, welche zu den primitiven Harnkanälchen werden. Die Malpighi'schen Kapseln der Nieren, welche ja für die Harnausscheidung von der höchsten Wichtigkeit sind, entstehen aus dem letzten Theile dieser Sprossen, die Enden derselben bilden einen einfachen Haken und werden von einer aus dem mittleren Keimblatt hervorgehenden bindegewebigen Kapsel umhüllt. Es sind dies dann die sogenannten Nierenknospen. Der letzte Kapseltheil verbreitert sich wie ein Hutpilz nach allen Seiten hin kugelschalenartig, sodass das eintretende ursprüngliche Harnkanälchen nur als Stiel an diesen löffelartig ausgebildeten Verbreiterungen sitzt. Ein Theil des aus dem umliegenden Mesoderm hervorgehenden Gewebes wird von dem sich ausbreitenden Mantel mit eingeschlossen und in diesem Gewebe treten nun Ausläufer der Blutgefässe auf, welche sich unter dem mantelartigen Ende zu dem sogenannten Knäuel aufrollen. Das Harnkanälchen tritt endlich frei in die kapselartige Mantelwucherung hinein und dann bekommen wir jene bekannten Bilder, bei denen von einem Ende das Harnkanälchen, vom andern das Blutgefäss in die Kapseln eintritt. Die Harnkanälchen werden schliesslich länger und länger, sie schlängeln sich und bilden die eigenthümlichen Schleifen, und damit ist die Nierenanlage fertig und beginnt sofort ihre excretorischen Functionen; bis zu der Entwickelung derselben functioniren die Urnieren als primitive Excretionsorgane, später treten dieselben ausser Function.

Die Harnblase entwickelt sich vollständig unabhängig von den bis jetzt besprochenen Theilen, sie stellt weiter nichts dar als das untere verdickte Ende der schon früher erwähnten Allantois; sie legt sich in dem sogenannten Stiele derselben an und mündet anfänglich in den Enddarm ein, das obere Ende des Stiels der Allantois verläuft dann bekanntlich in den Nabelstrang und verschwindet später in demselben, deshalb finden wir auch noch kurz nach der Geburt einen Strang, welcher aus Bindegewebe besteht, der vom Nabel zur Harnblase übertritt. Die Ausführungsgänge der Nieren müssen um den Darm und um die Geschlechtsorgane herumbiegen, um dann nach der Harnblase einzumünden, was im Verlaufe des späteren Wachsthums durch verschieden schnelles Strecken und Wachsen zu Stande kommt.

Was den Geschlechtsapparat selbst anlangt, so haben wir von demselben zu constatiren, dass sich die eigentlichen Keimstätten in ziemlich gleicher Weise anlegen, sodass man bis zu einem gewissen Stadium absolut nicht sagen kann, ob sich aus dieser Anlage ein Hoden oder ein Eierstock entwickeln wird. Wir haben oben schon den Wolff'schen Körper besprochen und müssen hier auf denselben nochmals zurückkommen, denn aus einem Theile desselben bilden sich die sogenannten Keimepithelien hervor; gleichzeitig sind die Ausführungsgänge aus dem Wolff'schen Körper, die sogenannten Wolff'schen Gänge, für die Anlage des männlichen Geschlechtsapparates von grösster Wichtigkeit. Genau hat man die Anlage des Keimepithels allerdings noch nicht verfolgen können.

Wir müssen hier besonders noch auf einen weiteren Umstand Rücksicht nehmen, welcher von grösster Wichtigkeit ist. Wir sehen nämlich, dass sich, wie auch schon erwähnt wurde, neben dem Wolff'schen Gange ein zweiter Gang bildet, der sogenannte Müller'sche Gang. Anfänglich bildet sich dabei auf der Zellauskleidung der Bauchhöhle in der Nähe des Keimstrangs eine kleine Einstülpung, welche später zu der sogenannten Tubenmündung des Eileiters wird. Es geht diese Einstülpung nun längs der Wolff'schen Gänge weiter, dadurch entsteht schiesslich neben diesen ein Kanal, welcher sich ebenfalls nach der Cloake zu öffnet.

Verfolgen wir jetzt zunächst die Anlage der Keimdrüsen, so ist von denselben zu bemerken, dass man von einer Differenzirung vielleicht erst nach der achten Woche des Embryonallebens sprechen kann, es stellen sich dann die Hoden als kurze, breite Organe dar; die Samenkanälchen sind in denselben anfänglich als solide Stränge angelegt, diese Stränge winden sich nach und nach mehr und mehr, von ihnen gehen Verzweigungen und Verästelungen ab. Das Innere dieser Stränge wird später durch eigenthümlichen Zerfall der Zellen, auf den wir hier nicht näher eingehen können, umgewandelt, sodass dann die eigentlichen Kanälchen entstehen, welche nun nach und nach mit dem Wolff'schen Kanal in Verbindung treten, worauf dann der männliche Geschlechtsapparat in seinen inneren Theilen wenigstens vollkommen angelegt ist.

Ganz ähnlich legen sich auch die Ovarien an. Es wölbt sich zunächst jederseits auf dem Keimepithel eine kleine Stelle hervor, dieser Wulst schnürt sich dann ab und stellt sich nach und nach quer zur Längsachse des Körpers. Die Weiterentwickelung der Ovarien und Hoden geht erst nach der Geburt vor sich und zwar verhältnissmässig langsam, da ja die Geschlechtsreife beim Menschen spät eintritt.

Die Ausleitungswege für die Geschlechtsproducte bestehen anfänglich aus den doppelt angelegten Röhren, den Müller'schen und Wolff'schen Gängen; je nachdem sich aber nun vom Keimepithel aus Hoden oder Ovarium bildet, je nachdem entwickeln sich auch die eben genannten Gänge verschieden weiter. Die Hoden bleiben mit den Wolff'schen Gängen in Verbindung, während die Müller'schen Gänge vollständig rudimentär werden und sich später nur sehr selten einmal als kleine Restchen innerhalb der sogenannten Vorsteherdrüse nachweisen lassen. Bei niederen Thieren, z. B. bei Frosch und Kröte, entwickeln sich die Müller'schen Gänge oft neben den Ausführungsgängen der Hoden weiter, sodass man dann sogenannte Zwitterbildungen vor sich hat. Von der Urniere aus treten beim männlichen Individuum im dritten Monat eine Anzahl kleiner Schläuche nach den Hoden zu aus und bilden dadurch, dass sie sich etwas aufknäueln, den sogenannten Kopf des Nebenhodens, treten auch später in das *Vas deferens* ein. In der Nähe des Nebenhodens findet sich häufig eine kleine Blase, die sogenannte Morgagni'sche Hydatide, welche der Ueberrest der vollständig verschwundenen Müller'schen Gänge ist. Hinter der Harnblase treten die Wolff'schen Gänge zusammen und ebenso liegen an dieser Zusammentrittsstelle noch die Reste der Müller'schen Gänge, es tritt hier die Vereinigung des Ausführungsgangs der Blase und der Samenleiter der Hoden ein.

Ganz ebenso, wie sich beim Manne die Wolff'schen Gänge entwickeln, verhalten sich beim Weibe die Müller'schen Gänge. Hier werden die Wolff'schen Gänge rudimentär und verschwinden schliesslich beim Weibe ziemlich vollständig. Die Müller'schen Gänge treten paarig auf, haben aber zu den Ovarien keine directe Beziehung, sondern es liegen die letzteren ja bekanntlich frei in der Leibeshöhle. Da der Geschlechtsapparat beim Weibe zum Theil einfach ist, so müssen Verschmelzungen der Müller'schen Gänge in verschiedenen Theilen auftreten, welche wir jetzt betrachten wollen.

Die freien Enden der Müller'schen Gänge bleiben natürlich frei, sie öffnen sich in die Leibeshöhle und rücken mehr und mehr in horizontaler Richtung auseinander, dadurch stellen sich die ersten Stücke der Müller'schen Gänge gleichfalls horizontal, sie werden zu den Eileitern, welche niemals verschmelzen können. Die auf die Eileiter folgenden Theile gehen aber regelmässige Verschmelzungen ein. Das erste der folgenden Stücke wird zum sogenannten Fruchthälter, es schnürt sich etwas ab und an der Einschnürungs-

stelle entsteht später durch eine faltenförmige Hervorwölbung der sogenannte Muttermund. Oft kann man noch im Innern des Fruchthälters die Verschmelzungsstelle als kleine Hervorragung wahrnehmen, meist tritt aber ein vollständiges Schwinden der ehemals vorhandenen Scheidewand ein, wodurch die Gebärmutterhöhle natürlich einfach bleibt. Ganz ebenso, wie die mittleren Theile der Müller'schen Gänge, verwachsen auch die unteren Theile miteinander und zwar diese zuerst. Aus dem Verwachsungsstück geht dann die Scheide hervor, die anfänglich noch mit der Ausmündung der Harnblase in engerer Beziehung steht, später aber vollständig von dieser getrennt wird.

Zunächst liegen, der Entwickelung entsprechend, die Hoden oben auf den Urnieren, also im Rückentheil der Leibeshöhle, da bleiben sie aber nicht lange, sondern sie treten eine Wanderschaft an und kommen bis vorn in die Leistengegend, um hier nach aussen durchzutreten. Schon im dritten Monat beginnen die Hoden etwas herunterzurücken und treten mit einem Bindegewebsbande in Verbindung, welches vom Wolff'schen Körper nach der Leistengegend hingeht; auf diesem Bande gleiten sie dann weiter nach unten, deshalb bezeichnet man dasselbe auch als Leitband (Hunter'sches Leitband). In der Leistengegend hat sich eine kleine Ausstülpung des Bauchfells gebildet, welche nach unten in den Hodensack hineingeht, der sich um diese Zeit auch entwickelt, wie wir später noch sehen müssen. In diese sogenannten Scheidenfortsätze des Bauchfells legen sich nun die Hoden hinein, sie rutschen also durch den Leistenkanal hindurch und kommen in den Hodensack, der sich meist ziemlich vollkommen in der Leistengegend schliesst.

Beim weiblichen Individuum wird das Hunter'sche Leitband zu dem sogenannten runden Uterusbande, die Haut, welche über der Urniere liegt, wird nach und nach zum breiten Mutterbande, welches von oben her das Ovarium hält und gleichzeitig an die Seiten der Gebärmutter herantritt.

Die Entwickelung der äusseren Geschlechtsorgane geht ungefähr in der vierten Woche vor sich. Zu dieser Zeit münden die primitiven Organe noch mit dem Enddarm zusammen in die sogenannte Cloake hinein; die Cloake führt mit einer einfachen Oeffnung nach aussen. Vor der Cloake entwickelt sich ein kleiner Höcker, der sogenannte Geschlechtshöcker, und seitlich desselben zwei ungefähr parallel gestellte Falten, die Geschlechtsfalten. Der Höcker wölbt sich mehr und mehr hervor und zeigt auf seiner unteren Seite eine nach der Cloakenöffnung zu verlaufende Rinne, die sogenannte

Geschlechtsfurche. Nun stülpt sich von innen aus eine Scheidewand zwischen den Geschlechtsapparat und Enddarm ein, dadurch, dass das Wachsthum in verschiedenen Theilen des Geschlechtsapparates verschieden schnell vor sich geht. Diese Falte wird zum Damm, der den After vollständig von den Ausführungsgängen der Geschlechtsorgane scheidet. Beim Weibe tritt auch gleichzeitig noch eine Trennung der Harnblasenöffnung von derjenigen der Scheide ein, beide münden übereinander in die sogenannte Geschlechtsfurche hinein. Der Geschlechtshöcker wird nun beim Weibe, wo er sich nicht sehr stark entwickelt, zum sogenannten Kitzler, die Falten werden zu den grossen Schamlippen, die Ränder der Furche zu den kleinen.

Beim Manne ist die Sache ziemlich ähnlich. Wir können auf einem bestimmten Stadium absolut keine Unterschiede zwischen männlichem und weiblichem Geschlechtsapparat machen, bald aber sehen wir, dass der Geschlechtshöcker stärker hervortritt und dass sich die Rinne desselben, die sogenannte Geschlechtsfurche, in der Mitte mehr und mehr schliesst, bis der Schluss endlich zur Afteröffnung gelangt ist. Es hat sich aus dem Geschlechtshöcker der Penistheil gebildet; die Röhre innerhalb desselben dient als Ausleitungsweg für Samen und Harn. Die Geschlechtsfalten sind diejenigen, in welche die oben erwähnte Bauchfellausstülpung hineinrutschte, sie werden zum Hodensack, verschmelzen in der Mittellinie des Körpers miteinander; es ist diese Verschmelzungslinie zeitlebens deutlich zu beobachten. Das vordere Ende des Geschlechtshöckers wird zur Eichel, hinter welcher sich eine Hautfalte vorstülpt, die als Vorhaut bezeichnet wird. Die Drüsen, welche sich besonders in dem weiblichen Geschlechtsapparate finden, entwickeln sich als Einstülpungen des Epithels in verhältnissmässig einfacher Weise, es sind ja auch im Grossen und Ganzen nur einfache Schlauchdrüsen.

Die Entwickelung der äusseren Hant.

Dieselbe geht aus dem äusseren und dem mittleren Keimblatte hervor. Es entwickelt sich aus dem äusseren Keimblatte jene Schicht, welche der Blutgefässe entbehrt, die man als Oberhaut und Schleimhaut bezeichnet. Gleichzeitig mit derselben entstehen auch die aus der äusseren Keimschicht hervorgehenden, als Haare und Nägel bekannten hornigen Theile, ebenso die Hautdrüsen und die Milchdrüsen, sowie die Zahnanlagen. Anfänglich ist natürlich die gesammte äussere Körperbedeckung verhältnissmässig dünn, sie stellt sich zunächst als eine zusammenhängende Zellschicht dar, bald aber tritt eine energische Zellwucherung ein und die Oberhaut wird mehr-

schichtig, das mittlere Keimblatt sendet in dieselbe eine Reihe von zapfenförmigen Wucherungen hinein, die sogenannten Zotten der Lederhaut, in welche sich im Laufe der Zeit die ernährenden Blutgefässschlingen und die Nerven hineinerstrecken. In der Oberhaut können wir schon sehr frühzeitig zwei verschiedene Zellarten unterscheiden, die inneren, welche zum sogenannten Malpighi'schen Netz gehören und die Schleimhaut der Oberhaut bilden; sie sind von rundlicher oder polygonaler Gestalt und führen allmählich in die oberen Zellschichten über, welche sich nach und nach abplatten und verhornen, sodass dann schliesslich zu äusserst eine aus flachen, blattartigen Zellresten bestehende Epidermis liegt. Anfänglich ist die unter dem Malpighi'schen Netz gelegene Unterhaut absolut nicht scharf von der Oberhaut zu trennen; wir finden auch nicht die später auftretenden charakteristischen Zapfen und Zotten, sondern wir bemerken nur eine glatte Schicht, welche vielleicht schon auf einem sehr frühen Stadium von der Oberhaut durch ein zartes Häutchen getrennt ist. Erst wenn sich die Blutgefässe und die Nerven in der Unterhaut entwickeln, ist die Trennung schärfer und deutlich wahrnehmbar; wir sehen dann weiterhin, dass sich ebenso die Unterhaut ungefähr in der elften Woche in zwei weitere Lagen trennt, in die Lederhaut und das Unterhautzellgewebe. Im Unterhautzellgewebe entsteht ungefähr nach dem sechsten Monat das sogenannte Fettgewebe, der *Panniculus adiposus;* es bilden sich dann in den Unterhautzellen zunächst kleine Fetttröpfchen, welche nach und nach grösser werden und den Zellen, in welchen sie auftreten, ihr charakteristisches Aussehen geben; besonders stark entwickeln sie sich in bestimmten Körperregionen, so im Gesicht, am Hals, auf Brust und Bauch und in den Extremitäten.

Es ist also die äussere Haut eins der ersten Organe, welche sich anlegen, und wir werden in unsern weiteren Betrachtungen finden, dass gleichzeitig mit ihr auch die hauptsächlichsten der sogenannten thierischen Organe, das Nervensystem und die Sinneswerkzeuge entstehen, deshalb hat man sogar die letztgenannten Theile des Körpers als modificirte Hautstellen bezeichnet. Wir sehen ja schon frühzeitig, dass sich das sogenannte Ektoderm auf dem Rücken rinnenartig hervorwölbt und einstülpt, dass aus dieser Einstülpung gerade das Centralnervensystem, das Gehirn und das Rückenmark hervorgeht. Die Entwickelung der Haut an und für sich ist ziemlich einfach; complicirter ist die Entstehung derjenigen Theile, welche wir als Hautdrüsen, als Haare und Nägel bezeichnen, aber auch hier können wir ein allgemeines Schema für die Entwickelung aufstellen;

wir finden, dass sich sowohl die Hautdrüsen als auch die Haare und Nägel aus kleinen Zellwucherungen entwickeln, welche in den oberen Theilen der Haut ihren Ursprung nehmen und dann weiter nach innen hineinwachsen. Wenn man die Entwickelungsgeschichte der Haut weiter ausdehnen will, so kann man auf solche Bildungen auch die Federn, die Schuppen und die Hautzähne zurückführen.

Die Bildung der Haare. Zu einer gewissen Zeit vor der Geburt besitzt der Embryo ein eigenthümliches Haarkleid (die Wollhaare), welche dann verloren gehen, um durch die später auftretenden definitiven Haare ersetzt zu werden. Zunächst bemerkt man, dass von den unteren Schichten des Malpighi'schen Netzes aus kleine, zäpfchenförmige Verdickungen in die Unterhaut hineingehen. Innerhalb dieser zäpfchenförmigen Verdickungen, die sich schnell mehr und mehr strecken, entstehen dann die inneren Theile des Haares, die Haarwurzel, der Schaft u. s. w. Am untersten Ende eines solchen kleinen Haarzapfens, welcher je von einer sehr zarten Haut umgeben wird, wachsen die Zellen in der Achse des Zapfens allmählich in die Länge, gleichzeitig sehen wir, dass die äusseren Zellen mehr der Quere nach gestellt sind. Die längsgestellten Zellen stellen einen nach oben spitzen, kegelförmigen Körper dar, an dessen unterem verbreitertem Ende die Haarpapille als kleines Knöpfchen auftritt. Alsbald trennt sich in diesem centralen Kegel die Zellmasse wieder in zwei Schichten, eine, welche von der Haarpapille ausgehend in der Achse des Kegels weiter verläuft und welche die eigentliche Haaranlage repräsentirt. Ihre Zellen sind dunkler und scheiden sich scharf von der zweiten Schicht des Kegels, die äusserlich gelegen ist und aus helleren, die sogenannten Wurzelscheiden bildenden Zellen besteht, ab. Die inneren Kegelzellen wachsen allmählich nach aussen hervor, sie durchbrechen endlich die Haut und kommen als feines, zartes Wollhaar zum Vorschein. Nach der Geburt werden nun diese Haare abgestossen; es haben sich vorher kurze Fortsätze von der Haarzwiebel und inneren Wurzelscheide aus tiefer in die Haut eingesenkt, in die Fortsätze wird auch die ursprüngliche Papille aufgenommen, es wachsen dieselben nun tiefer nach innen und stellen die eigentlichen Haarkeime dar. Das Wollhaar steckt mit seinem Schaft noch in dem oberen Wurzelscheidentheil, neben ihm wächst nun das definitive Haar hervor; ist dieses nach aussen ausgetreten, so rückt das ursprüngliche Wollhaar langsam an die Oberfläche der Epidermis und wird schliesslich abgeworfen.

Die Entwickelung der Nägel. Auch hierbei haben wir es nur mit einer Umgestaltung gewisser Hautzellen zu thun. Auf

den unteren Schichten der oberen Haut bildet sich zunächst ein kleines Häutchen, welches aus eckigen Zellen besteht; dieses Häutchen liegt noch unter den Oberhautschichten, es stellt die erste Anlage des Nagels dar. Sehr bald sehen wir, dass sich unter ihm die Zellen der Malpighi'schen Schicht stark vermehren und dass gleichzeitig seitlich von ihm und am Grunde die äussere Haut kleine Hervorwölbungen zeigt, welche den Nagelwall bilden. Es wird nun die Nagelsubstanz stets von unten, vom Grunde des Nagels aus abgeschieden, dadurch wächst der Nagel in die Dicke und bricht endlich vorn durch. An der Stelle, wo bei andern Hautstellen von der Lederhaut kleine Papillen gebildet werden, sehen wir, dass beim Nagel Leistchen auftreten, die in der Längsrichtung des Fingers verlaufen und auf welchen später die Nagelsubstanz fest aufliegt. In diese Leistchen senken sich entsprechend geformte Theile des Malpighi'schen Netzes ein und ausserdem überzieht dieses die Lederhaut noch in einer dünnen Schicht, dann folgt nach aussen zu die eigentliche Nagelsubstanz; die Zellen, welche dieselbe bilden, sind anfänglich noch deutlich erkennbar, nach und nach werden sie aber undeutlich und verhornen vollständig. In der Folge geht dann auch, wie zuerst, das Längenwachsthum des Nagels am Grunde im sogenannten Nagelbett, das Dickenwachsthum vom Malpighi'schen Netz aus vor sich.

Die Entwickelung der Hautdrüsen verläuft in ganz ähnlicher Weise wie die Entwickelung der übrigen Drüsen auch, sie gleicht aber nebenbei ebenso der ersten Anlage der Haare. Wir sehen, dass sich auch hier, ganz wie beim Haar, zunächst ein kleines Zäpfchen von dem Malpighi'schen Netz nach innen senkt; dies Zäpfchen wächst grösser und grösser und verdickt sich an seinem unteren Ende etwas, anfänglich besitzt dasselbe jedoch noch keine Schlauchform. Erst wenn sich das untere Ende aufgerollt hat, finden wir, dass im Innern des Zapfens ein Hohlraum entsteht, welcher allmählich durch die ganze Länge dieses Gewebes hingeht, später bricht er nach aussen hervor und dann ist die Schweissdrüse fertig.

Neben den Schweissdrüsen kommen nun bekanntlich in der Haut zahlreiche Talgdrüsen vor, dieselben entstehen im Zusammenhange mit den Haaren. Wir finden, dass von der Haarwurzelscheide aus seitliche kleine Verdickungen abgehen, diese Hervorwölbungen werden nach und nach grösser, dann verwandeln sich in ihnen die central gelegenen Zellen allmählich in Fettzellen und damit ist die Bildung der Talgdrüse beendet. Es bilden sich nur noch am unteren

Theile des Schlauchs einzelne zapfenförmige Hervorwölbungen, die späteren einzelnen Drüsenläppchen.

Die Milchdrüsen entstehen in genau derselben Weise wie die eben geschilderten Drüsen. Zuerst bildet sich an der Brust wieder von dem unteren Theile der Oberhaut aus ein warzenförmiger Fortsatz nach innen; hat derselbe eine gewisse Grösse erreicht, so entstehen von seinen Seitentheilen eine Anzahl neuer Sprossen und zwar zu verschiedenen Zeiten, sodass die neu entstehenden stets kleiner sind als die früher gebildeten. Anfänglich sind auch hier alle die einzelnen Sprossen solid, an ihren Enden verdicken sie sich und knäueln sich etwas auf, später tritt dann, ebenfalls durch Umwandlung der central gelegenen Zellen, die Bildung der Drüsenhohlräume ein und ungefähr zur Zeit der Geburt bildet sich die äussere Oeffnung der Milchdrüsen. Dadurch, dass sich das Drüsenfeld äusserlich etwas erhebt, entsteht dann die äussere warzenförmige Fortsetzung, jedoch bildet sich dieselbe erst nach der Geburt aus, indem die Ausführungsöffnung der Drüse beim Embryo noch vertieft nach innen liegt.

Die Entwickelung des Nervensystems.

Schon früher ist öfter erwähnt worden, dass sich das Nervensystem und auch die Sinnesorgane nur als modificirte Hautstellen auffassen liessen. Das Centralnervensystem, also das Gehirn und Rückenmark, ist das erste Organ, welches bei dem Embryo zunächst klar zu erkennen ist, wir finden dasselbe schon auf einer sehr frühen Entwickelungsstufe, nachdem sich die Primitivrinne gebildet hat, als eine Rinne vor dieser, welche sich nach und nach in eine Röhre umwandelt und dann die Bezeichnung Medullarrohr führt; solange sie noch Rinne ist, bezeichnet man sie einfach als Rückenfurche oder Medullarrinne. Die Seitentheile dieser Rinne wölben sich vor dem Schliessen mehr und mehr hervor, endlich berühren sie sich zunächst im vorderen Körpertheile, am Kopfe, die Ränder verwachsen dort miteinander und dadurch entsteht die erste Anlage des Gehirns. Der Schluss der Rinne schreitet nun langsam nach dem hinteren Leibesende zu weiter vor. Von der sich später zu einer Röhre umwandelnden Vertiefung, der eigentlichen Furche, besteht ein Rest zeitlebens, wir bezeichnen ihn als Centralkanal des Rückenmarks, im Kopftheile lässt er die sogenannte Hirnhöhle aus sich hervorgehen. Die Wandtheile der Rückenfurche bilden die eigentliche Substanz des Gehirns und Rückenmarks.

Die Entwickelung des Gehirns.

Schon ehe sich die Rückenfurche geschlossen hat, sehen wir an derselben im vorderen Abschnitte des Kopfes drei, in kurzen Abständen hintereinander liegende, ringförmige Wülste, welche später nach Schluss des Rohrs die drei primitiven Gehirnbläschen darstellen. Das erste oder vordere Hirnbläschen stülpt sich nach den Seiten zu aus, d. h. es bildet rechts und links eine kleine Blase, dieselben gehen später in die inneren Augentheile als die Licht empfindende Schicht derselben ein, sie werden zur Netzhaut, wir bezeichnen diese Bläschen daher auch als primitive Augenbläschen. Sowie nun die Gehirntheile vollständig geschlossen sind, fangen die einzelnen Zellen an verschieden stark zu wachsen, und dadurch tritt natürlich eine Krümmung des Rohrs ein, vorher hat sich dasselbe jedoch von den äusseren Hautzellen vollständig abgeschnürt und liegt nun als selbstständiges Organ unter der äusseren Haut. Nur am letzten Körperende ist die Schliessung noch nicht vollständig erfolgt, sondern es ist hier noch eine freie Verbindung des Hirn-Rückenmarkkanals mit der Aussenwelt zu constatiren. Dadurch, dass sich nun ausserdem von den Seiten her Zellen des mittleren Keimblatts zwischen die Gehirn-Rückenmarksröhre und die äussere Haut einschieben, wird das Centralnervensystem immer selbstständiger und können wir auch alsbald in seinem Umkreise schon diejenigen Theile unterscheiden, welche im Laufe der Zeit zu den das Nervensystem umgebenden Häuten und Skeletttheilen werden. Da sich nun der Kopf nach vorn umbiegt und ausserdem das schon erwähnte ungleichartige Wachsthum in den verschiedenen Theilen des Kopfes und Gehirns eintritt, so entstehen sehr frühzeitig einige sehr charakteristische Krümmungen. Der Gehirntheil nimmt nun an Umfang zu, biegt sich oben im Scheitel nach vorn (Scheitelkrümmung), ebenso knickt sich das Hinterhirn gegen das Nachhirn ein (Brückenkrümmung) und ausserdem findet eine Biegung des Gehirns dort statt, wo das Rückenmark sich in dasselbe fortsetzt (Nackenkrümmung). Wir müssen nun, um die Weiterentwickelung des Gehirns verfolgen zu können, die Entwickelung der einzelnen Theile desselben weiter betrachten.

Das erste Gehirnbläschen wandelt sich nach und nach zu dem sogenannten Vorderhirn um, an welchem wir früher schon die grossen Hirnlappen kennen gelernt haben. Diese sogenannten Hemisphären bilden sich als Ausstülpungen im vorderen und oberen Theile des ersten Gehirnbläschens dann, wenn sich von diesem die früher er-

wähnten Augenblasen abgeschnürt haben; es bildet sich dabei gleichzeitig in dem ersten Hirnbläschen eine Furche, welche diesen Gehirntheil in einen vorderen Abschnitt und einen nach hinten gelegenen trennt, wir bezeichnen die beiden Theile fernerhin als eigentliches Vorderhirn und Zwischenhirn. Die Grosshirnbläschen bleiben nun mit dem Gehirnrückenmarkskanal in directer Verbindung, es erhält sich jederseits eine Oeffnung, welche nach ihrem Entdecker als das Monro'sche Fenster bezeichnet wird. Die Wandungen der Grosshirnbläschen wachsen sehr schnell, da aber die Schädelkapsel dem Wachsthum an verschiedenen Stellen einen Widerstand entgegensetzt, so erfolgt dasselbe nach den Richtungen des kleinsten Wider-

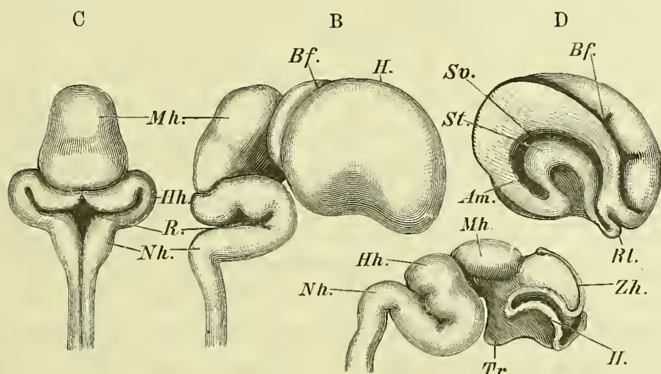


Fig. 66.

A Gehirn eines siebenwöchenlichen menschlichen Embryos. *B* Gehirn eines zehnwöchentlichen Embryos von der Seite gesehen. *C* Dasselbe Gehirn von hinten gesehen. *D* Innenfläche der linken Hemisphäre. *H* Hemisphäre, *Mh* Mittelhirn, *Hh* Hinterhirn, *Nh* Nachhirn, welches sich in das Rückenmark fortsetzt, *Zh* Zwischenhirn, *Bf* Bogenfurche, *R* Rautengrube, *Tr* Trichter, *Sv* Seitenventrikel, *St* Streifenhügel, *Am* Anlage des Ammonshorns. (His, Unsere Körperform.)

standes, dabei tritt ein Rückwärtsbiegen der Grosshirnbläschen ein, dieselben wachsen über die mittleren und hinteren Hirntheile herüber, und zwar so schnell, dass schon nach wenigen Monaten der grösste Theil der nach hinten liegenden Hirnabschnitte von ihnen überwuchert ist; im sechsten Monat haben sie ihre definitive Lage erlangt, d. h. sie verdecken auch den letzten Hirnabschnitt, das kleine Hirn. Da die Grosshirnhälften im oberen Theile nicht miteinander verwachsen, sondern sich nur aneinander anlegen, so können die über dem Gehirn liegenden Schichten des mittleren Keimblatts zwischen die Hemisphären hineinwuchern, sie thun dies auch und bilden eine bindegewebige, viele Blutgefässe führende Scheidewand, die Hirnsichel, zwischen den beiden Grosshirnhälften. Ausserdem erstrecken sich diese Schichten des mittleren Keimblatts auch in die Höhlen der

Hemisphären hinein und bilden da ein blattartiges, faltiges Gebilde, welches sehr reich an Blutgefässen ist und als Adergeflecht bezeichnet wird; diese der Ernährung dienenden Schichten setzen sich dann nach aussen zu in die feste Hirnhaut fort. Auf dem Boden der in den Grosshirnhälften sich befindenden Hohlräume bildet sich jederseits ein wulstartiger Vorsprung, der sogenannte Streifenhügel; erst verhältnissmässig spät, zwischen dem vierten und fünften Monat, bilden sich dann die beide Grosshirnhälften oben verbindenden Theile, der Balken und das Hirngewölbe (*Fornix*) aus.

Anfänglich sind die Grosshirnbläschen auf der Oberfläche vollkommen glatt, nach dem dritten Monat entstehen aber auf ihnen durch Wachsthumshemmungen eine Anzahl von Einschnitten, die Grosshirnfalten; die erste Falte bildet sich infolge von Knickungen, welche das Gehirn beim weiteren Wachsthum erfährt. Zum Theil verschwinden diese ersten Falten wieder, dann treten die definitiven Furchen auf, jedoch erst verhältnissmässig spät, gegen Ende des zweiten Drittels des Embryonallebens. Die Falten sind bei der Geburt noch nicht vollständig ausgebildet, sondern entwickeln sich auch noch lange Zeit nach der Geburt weiter, sie stehen mit der Vergrösserung der sogenannten Rindensubstanz des Gehirns in engster Beziehung. Da die Schädelkapsel nur einen bestimmten Raum umgrenzt, welcher nicht vergrössert werden kann, so ist das an Masse zunehmende Gehirn auch nicht im Stande, seine äussere Gestalt zu vergrössern, sondern es treten Faltungen auf, dadurch werden die Hohlräume im Innern des Gehirns nach und nach ausgefüllt und zurückgedrängt. Der hintere, als Zwischenhirn bezeichnete Abschnitt des ersten Hirnbläschens ist anfänglich eine kleine, einfache Blase, bald aber verdicken sich die Seitentheile dieser Blase und es entstehen aus dieser Verdickung die Sehhügel, welche so stark heranwuchern, dass der Innenraum der Blase ebenfalls zurückgedrängt wird und von ihm nur ein kleiner Spalt übrig bleibt. An der unteren Wand des Zwischenhirns stülpt sich der sogenannte Hirntrichter aus, an dessen hinterer und oberer Seite der graue Höcker durch Wucherung entsteht, vor dem Trichter liegt dann die Kreuzungsstelle der Sehnerven.

Das mittlere der oben erwähnten drei primitiven Hirnbläschen folgt nun direct auf das Bläschen des Zwischenhirns, aus seinen Wandungen bildet sich das Mittelhirn; da die Wandungen sich aber sehr stark verdicken und besonders die Basis dieses Theils von Anfang her einen grösseren Durchmesser zeigt, so wird der Hohlraum des Mittelhirnbläschens nach und nach vollkommen zurück-

gedrängt und es bleibt von ihm auch nur eine ganz enge Spalte, die sogenannte Sylvi'sche Wasserleitung, übrig. Oben auf dem Mittelhirnbläschen entstehen durch Wucherungen die Vierhügel; anfänglich treten dieselben in Gestalt eines Höckers auf, welcher durch zwei Furchen in vier Theile zerlegt wird.

Das dritte Hirnbläschen lässt nun die letzten Hirntheile aus sich entstehen, diese sind bekanntlich das Hinter- und das Nachhirn. Die obere Wand des Hinterhirns verdickt sich etwas, sie formt sich allmählich durch seitliche Wucherung in einen quergestellten Wulst um, dieser Wulst entwickelt sich im vierten Monate energisch weiter und zerlegt sich durch eine Reihe von Längsfalten in eine Anzahl von hintereinander liegenden Theilen, gleichzeitig treten dann später durch stärkeres Wachsthum der seitlichen Abschnitte die Furchen auf, welche das Kleinhirn immer in der Längsrichtung durchziehen und an demselben die verschiedenen Theile unterscheiden lassen. Das Nachhirn wird zur sogenannten Rautengrube, die Höhlung in derselben bezeichnet man auch wohl als vierten Ventrikel, sie steht durch die Sylvi'sche Wasserleitung mit dem dritten Ventrikel in Verbindung.

Die Entwickelung des Rückenmarks.

Zu derselben Zeit, wo die primitiven Gehirnbläschen durch die Wucherung der Wandungen des vorderen Theils der Hirnrückenmarksfurche entstehen, geht die Schliessung des hinteren Abschnitts dieses Rohrs vor sich und zwar langsam von dem vorderen Hirntheile aus nach dem Rücken zu. Es ist also dieser centrale Theil des Nervensystems anfänglich nichts Anderes als ein einfaches Rohr, das langsam von der Oberfläche des Embryos mehr in die Tiefe hineingedrängt wird, dadurch, dass sich zwischen dieses Rohr und die äussere Haut Theile des mittleren Keimblatts einschieben, aus denen dann später die Musculatur und die Knorpel- und Knochenhülle hervorgeht. Unter diesem Rückenmark und natürlich auch unter dem Gehirn zieht sich die Rückensaite (*Chorda dorsalis*) hin. Im Umkreis dieser Rückensaite entstehen später die Körper der Wirbelsäule. Anfänglich liegt nun das Rückenmark seiner ganzen Länge nach dieser Skelettachse auf, später zieht sich der hintere Theil des Marks scheinbar aus dem letzten Abschnitt der Wirbelsäule zurück.

Anfänglich ist das Rückenmark nur ein weiter Kanal, dessen Wandungen aus ziemlich gleichartigen Zellen bestehen, bald aber trennen sich die Zellen in centrale und peripherische Schichten. Aus den centralen geht die innere Auskleidung des Rückenmarkkanals her-

vor und ausserdem bilden sich von ihnen her die Nervenzellen, aus den äusseren Zellschichten entwickelt sich die graue Substanz. Auf der grauen Substanz bilden sich zuletzt vier Zellstränge, die zur weissen Substanz des Rückenmarks werden, zwei Stränge liegen nach dem Rücken zu, zwei nach der Bauchseite des Embryos. Dadurch, dass die Wandungen des Rückenmarkrohrs durch energische Zellvermehrung bedeutend grösser werden, erscheint der Rückenmarkskanal, welcher keine wesentliche Erweiterung erfährt, relativ immer kleiner. Während dieses Grösserwerdens der Wandungen umwuchert die weisse Substanz die central gelegene graue, es treten die oberen und die unteren Stränge miteinander in Verbindung und nach und nach werden die sogenannten Hörner der grauen Substanz sichtbar. Um das Rückenmark herum entsteht ebenso wie im Umkreis des Gehirns eine Bindegewebshaut, die später zu der weichen und der harten Haut umgewandelt wird.

Die Entwickelung der Nerven.

Die sogenannten Ganglien oder Nervenknoten, welche neben dem Rückenmark zwischen je zwei Wirbeln liegen, entstehen als Ausstülpungen vom Rückenmarke aus, und zwar scheinen auch hier die eigentlichen Nervenzellen von den mehr central gelegenen Zellen der primitiven grauen Substanz herzustammen. Beim Menschen hat man die Entwickelung noch nicht genauer verfolgt, bei niederen Wirbelthieren ist es aber feststehend, dass die Bildung der sogenannten Spinalganglien in dieser Weise erfolgt; ebenso bilden sich auch die Wurzeln der vom Gehirn und Rükenmark austretenden Nerven aus der Substanz dieser Theile. Es ist allerdings für die einzelnen Nerven die Weiterentwickelung noch nicht bekannt geworden, jedoch darf man wohl annehmen, dass dieselbe überall in ziemlich gleicher Weise verläuft. Am leichtesten in ihrer Entwickelung sind die Sehnerven zu verfolgen, denn hier sieht man deutlich, dass vom Gehirn ein Theil ausgestülpt wird, welcher zum Theil als lichtempfindender Apparat, zum Theil als Leitungsnerv für die erhaltenen Eindrücke auftritt.

Die sogenannten Augenblasen sitzen auf kleinen Stielchen dem Gehirn an, es werden jedoch diese Stielchen nicht selbst zum eigentlichen Nervenapparat, sondern es stülpt sich in dieselben vom Sehhügel aus je ein Faserbündel ein, welches die eigentliche Leitung übernimmt, und dabei finden wir ausserdem noch, dass sich diese vom Sehhügel ausgehenden Theile in der früher schon erwähnten Weise vor dem Gehirn kreuzen. Ebenso wie die Sehnerven entstehen

die Geruchsnerven, deren Wurzel als Ausstülpung vom Vorderhirn aus betrachtet werden kann.

Von den übrigen Nerven ist die Entwickelung noch nicht vollständig erforscht worden, jedoch weiss man, dass sich der Hörnerv in der Gegend des später zu besprechenden Gehörbläschens vom Hirn aus entwickelt und kurz nach seinem Austritte aus dem Gehirn jederseits einen Nervenknoten, das Ganglion des Gehörnervs, bildet. Der dreigetheilte Nerv entsteht von der oberen Seite des Hinterhirns, bildet ebenfalls gleich nach seinem Austritt jederseits ein Ganglion, welches beim weiteren Wachsthum des Gehirns allmählich um dieses herumzurücken scheint, sodass es schliesslich auf die untere Seite zu liegen kommt. Die Bildung der übrigen Nerven wollen wir hier vollständig übergehen, es ist nur noch zu erwähnen, dass sich jene Hüllen, welche um einen jeden Nerv herum vorkommen, nicht vom Gehirn aus oder vielmehr vom Ektoderm entwickeln, sondern dass sie vom mittleren Keimblatt abstammen.

Die Entwickelung der Sinnesorgane.

Bei der Entwickelung der Sinnesorgane haben wir durchweg zu berücksichtigen, dass sich die empfindenden Theile, also die sogenannten Sinnesepithelien und die an diese herantretenden Nerven vom Gehirn aus entwickeln, wohingegen die Hülfsapparate nichts Anderes darstellen als modificirte äussere Hautstellen. Da nun das Gehirn ebenfalls ein modificirter Theil der äussersten Embryonalschicht ist, so besteht auch eine entwickelungsgeschichtliche Gleichheit zwischen ihm und der äusseren Haut.

Die Entwickelung der Augen. Wie wir schon des öfteren erwähnten, geht die erste Anlage der Augen vom Gehirn aus vor sich. Man bemerkt daselbst an den Seiten des ersten Gehirnbläschens kleine Ausstülpungen, die sich nach und nach hohlkugelförmig gestalten und durch einen Stiel mit dem Gehirn in Verbindung bleiben. Diese primitiven Augenbläschen bilden sich allmählich zu dem das Licht empfindenden Theile des Auges um, sehr bald stülpt sich der vordere Theil der Blase nach innen ein, sodass ein schalen- oder kelchförmiger Körper entsteht.[1])

Die Wandungen dieser becherförmigen Einstülpung legen sich nun eng aufeinander, die nach aussen zu gelegene Schicht derselben

1) Am besten ist diese primitive Augenanlage mit einem der als Spielerei benutzten Vexirgläser zu vergleichen. Dieselben bestehen ja bekanntlich auch aus einem oben doppelwandigen Glastheile, der eine sich im Fuss öffnende Höhlung besitzt.

verdünnt sich mehr und mehr und wandelt sich später in das sogenannte Pigment der Retina und Regenbogenhaut um, während die Zelllage, welche die Höhlung auskleidet, ein mehrschichtiges Gebilde darstellt, das aus langgestreckten Zellen besteht, die schliesslich zu den Retinazellen werden.

Schon beim Nervensystem wurde erwähnt, dass sich die eigentlichen Nervenfasern noch später vom Gehirn aus durch den hohlen Fuss der Augenblase hindurch in das Auge hinein begeben und sich hier auf der Retinaschicht allseitig ausbreiten. Zur selben Zeit, wo sich die napfförmige Augenblase bildet, entsteht auch von der äusseren Haut, also dem Ektoderm aus eine Einstülpung nach dem Hohlraume des Augenbläschens zu. Diese Einstülpung verdickt sich mehr und mehr und schnürt sich schliesslich auch in Gestalt eines Bläschens ab, dessen Hohlraum anfänglich mit der Aussenwelt noch in directer Verbindung steht. Später schliesst sich vorn durch Zusammentritt der Ektodermschichten die kleine Blase und wir haben jetzt ein abgeschlossenes rundliches Gebilde in dem becherförmigen Hohlraume der Augenblase liegend; vor beiden zieht sich dann eine einfache Ektodermlage her. Dies Bläschen, welches sich zu zweit bildete, lässt aus sich die Linse hervorgehen. Die inneren Zellen der Linsengrube oder des Linsenbläschens wachsen beträchtlich in die Länge, wodurch später die sogenannten Linsenfasern entstehen. Während sich aber das Linsengrübchen bildete, hat sich vom mittleren Keimblatte aus eine dünne Schicht in das Auge eingeschoben dadurch, dass die Zellen dieses Keimblatts energisch wucherten; diese Schicht liegt also hinter der Linsenblase in dem Hohlraume, welchen die erstentstandene becherförmige Augenblase darstellte. Während sich nun langsam das Linsenbläschen abschliesst, wuchert auch gleichzeitig vor ihm eine Mesodermschicht her direct unter dem das primitive Auge überkleidenden Theile des äusseren Keimblatts.[1])

Die Linsenblase besteht nun aus den hinten und nach der Mitte zu gelegenen langen Linsenfaserzellen, die immer mehr und mehr

---

1) Wenn wir früher sagten, dass sich die primitive Augenblase in Gestalt eines Bechers anlegt, so war diese Ausführung insofern nicht ganz correct, wenn sie auch für das Verständniss immerhin leichter ist, als die Einstülpung in Wirklichkeit nicht ringsum gleichmässig erfolgt, sondern es zeigt sich der Becher an einer Stelle unvollkommen ausgebildet, er sieht hier aus, als ob in seinen Rand ein bis auf den Stiel heruntergehender, tiefer Einschnitt gemacht worden wäre. Dieser Spalt wurde durch das eindringende Mesoderm erzeugt, er heisst der embryonale Augenspalt und verwächst erst sehr spät. Das durch ihn in das Auge eingedrungene Gewebe des mittleren Keimblatts wird zum Glaskörper.

heranwachsen und den Hohlraum, welcher ursprünglich vorhanden war, endlich vollkommen erfüllen. Vorn legt sich auf diese Linsenfasern die Vorderwand des Bläschens als verhältnissmässig dünne Zellschicht, das sogenannte Linsenepithel, an, schliesslich entsteht um die ganze Linse herum noch eine sehr zarte, feste Haut, die sogenannte Linsenkapsel, deren Entwickelung jedoch noch nicht genau bekannt ist.

Der Glaskörper, welcher bekanntlich hinter der Linse und auf der Retina als vollkommen wasserklares, gallertartiges Gebilde liegt, also den grossen inneren Hohlraum des Auges vollständig erfüllt, entwickelt sich auch aus Zellen heraus, deren Substanz allerdings später vollkommen verändert wird und eine durchaus klare Masse darstellt. In der Anmerkung ist erwähnt worden, dass das mittlere Keimblatt in die primitive Augenblase hineinwandert, diese Einwucherung lässt aber ausserdem noch aus sich Blutgefässe und Muskeln, welche im Innern des Auges anzutreffen sind, hervorgehen. Die Zellen, welche dem mittleren Keimblatte entstammen, bilden hinter der Linse ein bindegewebsartiges Polster, zwischen den einzelnen Theilen dieses Gewebes scheidet sich dann eine Zwischenzellsubstanz aus, welche nach und nach immer stärker wird, schliesslich gehen die eigentlichen Zelltheile zu Grunde und an ihre Stelle treten die Ausscheidungsproducte, die ein vollständig klares Aussehen besitzen.

Um den Glaskörper und um die Linse ziehen sich dann feine Blutgefässe herum, welche sich von den ursprünglich in der Einstülpung des mittleren Keimblatts auftretenden Blutgefässen aus weiter entwickeln. Neben der Linse entsteht darauf auch aus dem mittleren Keimblatte der Ringmuskel, welcher an den Rand der Linse herantritt und sich mit der die Linse umziehenden festen Haut in Verbindung setzt; seine Contractionen bewirken, wie wir S. 192 erwähnten, eine Veränderung des Linsendurchmessers. Die äussere Hülle des Auges, also die harte Haut, die vordere helle Hornhaut und endlich die im Innern des Auges sich unter der Retina ausbreitende Aderhaut gehen aus dem mittleren Keimblatte hervor und zwar aus jenen Schichten desselben, welche dem primitiven Augapfel direct angelagert sind.

Die vordere Hornhaut ist das Product der Einstülpung des mittleren Keimblatts zwischen die primitive Linsenblase und des sich über diese Linsenblase hinziehenden Entoderms. Diese eingewanderte Lamelle des mittleren Keimblatts spaltet sich in zwei Theile: die obere dickere Schicht bildet die eigentliche Hornhaut, die untere

Schicht wird dünn, feinhäutig; zwischen beiden entsteht dann nach und nach ein sich mehr linsenförmig gestaltender Hohlraum, die sogenannte vordere Augenkammer. Auch die Zellen, welche die Hornhaut u. s. w. bilden, verändern sich nach und nach, ihre Masse wird vollkommen klar und durchsichtig.

Die harte Haut entsteht als ringförmige Verdickung um den primitiven Augapfel herum, anfänglich ist sie häutig, nach und nach wird sie gegen den Sehnerv und die Linse zu mehr und mehr knorpelig, bis sie dann kurz nach der Geburt vollkommen fest geworden ist.

Die Aderhaut entsteht unter der Anlage der harten Haut, in ihr bilden sich einzelne spärliche Muskelfasern und ausserdem die zahlreichen, zu einem Haargefässnetz zusammentretenden Blutgefässchen. Dort, wo sich die Retina einstülpt, entsteht auf der schalenartigen Blase ringsum eine kleine Verdickung, welche sich nach und nach vor die Linse schiebt und die Regenbogenhaut darstellt. Unter dieser Regenbogenhaut schiebt sich dann auch noch als Pigmentlage der vorderste Rand der primitiven becherförmigen Augenblase vor.

Die Augenlider bilden sich aus einer Längsfalte der äusseren Haut, welche sich im Umkreis der Hornhautgrenze erhebt, das äussere Keimblatt zieht als einfache Schicht über die Haut des primitiven Augenlides und die Hornhaut hin. Das mittlere Keimblatt bildet die Bindehaut und die Muskeln und Blutgefässe der Augenlider, später werden die Augenlider halbmondförmig, sie lassen einen breiten Spalt zwischen sich, dessen Ränder vor der Geburt miteinander verwachsen, um sich später wieder zu öffnen. Dort, wo sich dieser Spalt schloss, entstehen die Talgdrüsen und die Haare, die Augenwimpern, in derselben Weise, wie dies oben für die Hautdrüsen und die Haarentwickelung angegeben wurde. Ebenso bilden sich die Thränendrüsen als zunächt einfache, dann später sich mehr und mehr verästelnde Drüsen von der äusseren Haut aus an der Umbiegungsstelle der Augenlider.

Am Kopfe des Embryos liegt über dem Oberkieferfortsatz ein Spalt, auf dem sich die Naseneinstülpung findet und der bis an das Auge heranreicht; dieser Spalt bleibt auch beim Erwachsenen zum Theil noch bestehen, wir finden ihn als feinen Nasengang von den inneren Lidtheilen nach dem Nasenrachenraume hinziehend.

Die Entwickelung des Gehörorgans. Aehnlich wie beim Auge entwickelt sich auch bei der Anlage des Gehörorgans vom Gehirn aus ein Fortsatz, der nach der äusseren Haut hin geht, worauf ihm von hier aus eine kleine blasenförmige Einstülpung ent-

gegenkommt; aus dem Bläschen entstehen die Theile des Gehörorgans, welche den Schall nach dem Nervenapparat hinleiten. Es werden diese äusseren Bläschen als Labyrinth- oder Schädelbläschen bezeichnet, sie stülpen sich allmählich gegen das Gehirn zu ein, schnüren sich dann ab und treten so in der Gestalt kleiner, länglicher, geschlossener Gebilde auf, an deren inneres Ende der Gehörnerv herantritt. Das Bläschen nimmt birnförmige Gestalt an, auf seiner Oberfläche entstehen eine Reihe von Hervorwölbungen, eine obere, eine vordere und eine in der Mitte gelegene, die nach und nach zu den drei halbkreisförmigen Kanälen heranwachsen. Am unteren Theile dieses Bläschens entwickelt sich als grössere Bucht das Säckchen des Gehörorgans und nach hinten zu die Anlage des Schneckenkanals. Die Schnecke ist anfänglich ein kurzes Röhrchen, welches aber sehr bald energisch in die Länge wächst und sich über dem Gehörnerv in der bekannten Spirale ausbreitet; aus der primitiven Schnecke bildet sich nur der eigentliche Schneckengang und die in dem Organe verlaufende Spirale.

Um dies primitive Gehörorgan herum legen sich die verschiedenen Theile, welche die Functionen des Schutzes und der Stütze haben, aus dem mittleren Keimblatt an; zunächst zieht über das gesammte Labyrinth eine dünne Bindegewebshaut hin, um diese herum legt sich dann nach und nach eine festere, knorpelige Masse, in welcher endlich Verknöcherungen auftreten, die das spätere definitive knöcherne Labyrinth darstellen. In dem bindegewebigen Theile verlaufen auch die Blutgefässe, welche dem innern Gehörorgan die Nahrung zuführen. Die Hohlräume, welche zwischen der festen Knochenmasse und den halbzirkelförmigen Kanälen sowohl wie auch innerhalb der Schnecke auftreten, entstehen dadurch, dass sich zunächst Bindegewebe im Umkreise der von dem primitiven Gehörbläschen entstandenen Epithelschicht abscheidet, später geht ein Theil dieses Bindegewebes in sogenanntes Gallertgewebe über, während die äusseren Theile der Bindesubstanz fest werden und eine Hülle um die Kanäle und das Gallertgewebe darstellen; sowie äusserlich Knorpel und Knochen auftritt, lösen sich die Gallertgewebstheile auf und an ihre Stelle treten mit Flüssigkeit gefüllte Hohlräume.

Vollkommen anders entwickeln sich nun die Höhlungen des äusseren Ohres, in denen ja auch die als Gehörknöchelchen bezeichneten Theile liegen, es sind die Höhlungen dieses Abschnitts Reste der ersten Kiemenspalte, während die Gehörknöchelchen Reste des zweiten und dritten Kiemenbogens sind. Aus dem ersten Kiemen-

bogen entwickelt sich sehr frühzeitig der Oberkiefer und der Unterkieferfortsatz, in dem letzteren treten dann Knorpelstränge auf, der sogenannte Meckel'sche Knorpel, an dessen hinterem Ende die als Hammer und Amboss bekannten Knöchelchen zunächst auch in Gestalt von Knorpel abgeschnürt werden. Ungefähr um die Mitte des Embryonallebens werden dann diese knorpeligen Theile des Gehörorgans nach und nach knöchern, während der übrige Theil des Meckel'schen Knorpels schrumpft und in seinem vorderen Abschnitte mit dem Unterkiefer verschmilzt. Das dritte Gehörknöchelchen, der Steigbügel, ist ein Rest des zweiten Kiemenbogens, von dem gleichzeitig noch ein Theil des Zungenbeins abstammt. Von der ersteu Kiemenspalte bleibt nach Schluss derselben in ihren vorderen Partien im Innern ein feiner Kanal, der vom Mittelohr nach dem Rachenraume hin führt, nach der Oberfläche des Kopfes zu aber geschlossen ist. Dieser Kanal ist die Eustachische Tube, sein Verschluss bildet später das Trommelfell, hinter welchem die Gehörknöchelchen angelagert sind.

Vor dem Trommelfell liegt äusserlich zunächst ein kleines Grübchen, welches sich mehr und mehr erweitert und zum äusseren Gehörgange wird. Die hinter dem Trommelfell liegende Paukenhöhle entsteht dadurch, dass das Bindegewebe, welches in ihr liegt, auch in Gallertgewebe übergeht, worauf dann nach der Geburt dies Gallertgewebe infolge der Athmung aufgelöst und schliesslich resorbirt wird. Vor dem äusseren Gehörgange entstehen als Ausstülpungen die Ohrmuscheln; sie entwickeln sich jederseits aus drei Wülsten, welche sich schon frühzeitig neben der Kiemenspalte hervorwölben, zwei Wülste verschmelzen und bilden den hinteren Theil der Ohrmuschel, der dritte wird zu dem vor dieser liegenden Lappen. Die Knorpel, welche innerhalb der Muscheln auftreten, entstehen unabhängig von den Knorpeln, welche wir später im Umkreise des Gehirns kennen lernen werden.

Die Entwickelung des Geruchsorgans. Als erste Anlage desselben haben wir zwei kleine Grübchen, welche am Vorderkopfe des Embryos über dem ersten Kiemenbogen und zwar über dem Oberkieferfortsatze desselben liegen. Die Grübchen stellen sich bald als Furchen dar, die nach der Spalte zwischen Oberkiefer und Gesicht zu verlaufen, wir bezeichnen sie als Nasenfurchen. Die Ränder dieser Furchen wölben sich etwas hervor, der äussere Rand, der zwischen Auge und Furche liegt, bildet den äusseren Nasenfortsatz, der innere Rand lässt aus sich die innere Scheidewand zwischen den beiden Nasenräumen hervorgehen. Dadurch, dass die Stirn mehr

und mehr vorgewölbt wird und dass gleichzeitig die Oberkieferbogen nach vorn rücken und sich mit dem Stirnfortsatze verbinden, wird die Nasenfurche jederseits geschlossen und tritt infolge dessen als Spalt auf, der von aussen und innen in die Mundhöhle hineinführt. Die Nase schliesst sich nun allmählich wieder dadurch, dass die Oberkieferfortsätze vollständig aneinander treten und die äusseren Ränder der Nasenfurchen sich in der Mittellinie vereinigen. Aus dem Stirnfortsatz geht zum Theil die mittlere Nasenscheidewand hervor, während an den Seitentheilen der Nasenwandungen die sogenannten Nasenmuscheln zunächst als Falte in den inneren Raum hineinspringen, später treten dann Knorpelbildungen in der mittleren Nasenscheidewand, in den Nasenbeintheilen und an den Seiten der Nase auf, dann bilden sich eben solche knorpelige Wülste innerhalb der Muscheln und im Labyrinth, später verknöchern diese Theile meist und wir bekommen dann die knöchernen Nasenabschnitte, welche im Innern von der aus dem Ektoderm hervorgehenden Schleimhaut überzogen werden. Der Riechnerv stülpt sich vom ersten Gehirnbläschen aus nach dem Labyrinth zu vor. Die äussere Nase entwickelt sich in der oben geschilderten Weise.

Der Tastapparat. Ueber die Entwickelung dieses Theils ist vorläufig noch nicht viel zu sagen, wir wissen nur, dass die Endabschnitte desselben unter der äusseren Haut entstehen und zwar in jenen als Papillen bezeichneten, von der Lederhaut in die Schleimschicht der Oberhaut hineingehenden Theilen. Die eigentliche Entwickelung dieser Endapparate, welche ja über den ganzen Körper vertheilt sind, ist noch nicht genau verfolgt.

Die Entwickelung des Skeletts.

Schon verhältnissmässig früh haben wir bei dem Embryo die erste Anlage des Skeletts und zwar desjenigen Theils desselben, welcher allen Wirbelthieren, vom niedrigsten bis zum höchsten, gemeinsam ist. Wir sehen, dass unter der Anlage des Rückenmarks und Gehirns der Embryonalkörper von vorn bis hinten hin von einem Strange durchzogen wird, welcher über dem inneren Keimblatte und meist direct unter dem Rückenmarkskanale gelegen ist; man bezeichnet diesen Strang als Rückensaite (*Chorda dorsalis*). Anfänglich stellt sich diese Skelettachse nur als kleines, dünnes, von wenigen Zellen gebildetes Gewebe dar, bald aber vermehren sich die Zellen desselben und wir finden schliesslich ein eigenartiges, grosszelliges Bindegewebe, welches durch Umbildung und Vermehrung

der ursprünglich kleinen Zellen entstand. Zunächst ist die Rückensaite vollkommen hüllos, bald aber bildet sich um dieselbe herum eine helle, structurlose Haut, die innere Chordascheide, welche nicht lange als solche bestehen bleibt, sondern es treten an sie noch Theile des mittleren Keimblatts heran und bilden um sie herum eine zweite Hülle, die äussere Chordascheide, welche sich später als erste Anlage der Wirbel und zwar der Wirbelkörper erweist.

Die Entwickelung der Wirbelsäule. Schon sehr frühzeitig gewahrt man um die eben erwähnte Chorda herum eigenthümliche Verdickungen des mittleren Keimblatts, welche in regelmässigen Abständen hintereinander liegen und die in der Aufsicht in der Form kleiner viereckiger Kästchen erscheinen. Diese Theile erweisen sich bei näherer Untersuchung als Zellwucherungen, welche bogenförmig um die Chorda und das primitive Rückenmark herum liegen. Da sie ungefähr die spätere Wirbelsäule imitiren, so hat man sie als Urwirbelplatten bezeichnet, sie haben jedoch mit der Bildung der Wirbel selbst absolut nichts zu thun, sondern lassen aus sich nur später die Zwischenwirbelmuskeln hervorgehen. Um die Chorda bildet sich nun allmählich ein eigenthümliches Bindegewebe aus, welches nach und nach in Knorpelgewebe übergeht und so die erste, festere Skelettachse des Körpers repräsentirt; direct im Umkreise der Chorda bildet sich eine grössere Knorpelmasse und zwar schon in der fünften Woche des Embryonallebens, es ist dies die Anlage der Wirbelkörper. Wir sehen alsbald, dass an jenen Stellen, welche zwischen je zwei Urwirbeln gelegen sind, die Knorpelmasse bogenförmig nach oben wuchert, auf dem Querschnitt gleichsam eine kelchartige Figur darstellt. Diese Fortsätze bilden später die Wirbelbogen und von ihnen stülpen sich nach aussen die Querfortsätze als kleine Wülste hervor, solche Anlagen sieht man schon in der achten Woche; es ist dann die ganze Wirbelsäule nach oben zu weit offen, sie schliesst sich auch erst verhältnissmässig sehr spät, was mit dem Wachsthum des Rückenmarks, um die ja die oberen Fortsätze herumgreifen müssen, in Zusammenhang zu bringen ist. Ungefähr in der siebenten bis achten Woche treten nun auch die ersten Verknöcherungen dieser primitiven Wirbelsäule ein, und zwar entsendet sie zunächst in den Wirbelbogen jederseits einen sogenannten Knochenpunkt, d. h. eine Stelle, in welcher Kalksalze abgeschieden werden. Anfänglich ist diese Stelle sehr klein, in der That punktförmig, nach und nach lagert sich aber im Umkreis immer mehr Knochensubstanz ab, es entsteht der Knochen gleichsam um einen Kern herum; wir werden diese Verknöcherungspunkte noch häufig zu erwähnen

haben und werden finden, dass in den grösseren Knochen meist mehrere auftreten. In der Wirbelsäule bildet sich nun ein dritter solcher Punkt innerhalb des Wirbelkörpers, etwas über der Chorda, langsam schreitet die Verknöcherung fort, zum Schluss finden wir im Umkreise der Chorda Knochengewebe; es wird durch dasselbe die Chordamasse nach und nach vollständig verdrängt, sodass sie sich schliesslich nur noch zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Wirbeln als kleiner Gallertkern vorfindet. Die Verknöcherung schreitet nun in den Wirbeln vom zweiten bis zum fünften Monat beständig fort. Um die letztgenannte Zeit ist der Wirbel ziemlich vollkommen angelegt, wir finden ein unteres und mittleres Knochenstück im Wirbelkörper und an den Seiten desselben die aus den beiden ersten Verknöcherungspunkten hervorgegangenen Bogen und Fortsätze. Anfänglich sind alle diese Theile noch durch Knorpelmassen getrennt, innerhalb welcher erst längere Zeit nach der Geburt Verknöcherungen auftreten; über den beiden seitlichen Bogen bildet sich schliesslich eine Knorpelmasse, welche den Wirbel oben schliesst, sie verknöchert auch schon in dem ersten Lebensjahre, worauf dann die Bogen abgeschlossen sind.

An der Wirbelsäule lassen sich einige Unregelmässigkeiten erkennen, die wir auch schon früher erwähnt haben. So wird der Wirbelkörper des ersten Halswirbels, der sogenannte Träger oder Atlas, nicht mit dem zugehörigen Bogen verbunden, sondern er verwächst an seiner hinteren Fläche mit dem Wirbelkörper des zweiten Wirbels, des Drehers (*Epistropheus*), und wird zum Zahn desselben. Ebenso entsteht das Steissbein aus fünf Wirbeln, welche im Laufe der Zeit miteinander verschmelzen.

In der Brustgegend legen sich an die Wirbelkörper und an die seitlichen Fortsätze derselben die Rippen an; es entstehen dieselben aus den Urwirbeln, in denen sie zunächst als weiche Zellstränge um den Brusttheil herum wachsen, selbstverständlich aber vollständig in der Bauchwand liegen. Während sich nun die Wirbelsäule verknorpelt, verknorpeln sich auch die Rippen und stellen ungefähr zu Ende des zweiten Monats kleine Knorpelstäbchen innerhalb der Bauchwand dar. Später bildet sich in der Mitte dieser Stäbchen ein Knochenkern, von dem aus die Verknöcherung nun nach beiden Seiten fortschreitet. Der Kopf und das Knötchen an der Rippe, mit welchem Theile dieselbe den Wirbeln anliegt, verknöchert erst verhältnissmässig spät, meist erst zur Zeit der Geschlechtsreife vollständig. Vorn in der Mitte des Körpers treten dann verschiedene der Rippen durch Knorpelstränge zusammen, aus diesen Knorpel-

strängen entsteht nach und nach dadurch, dass in ihnen verschiedene Verknöcherungspunkte auftreten, das Brustbein.

Die Entwickelung der Schädelkapsel. Schon ehe sich der Gehirntheil vollständig geschlossen hat, bildet sich unter ihm eine häutige Lage aus, welche dem mittleren Keimblatte entstammt und welche um so weiter um den Schädel herumwächst, je mehr sich derselbe schliesst. Ist der Schluss endlich erfolgt, so umhüllt diese häutige Kapsel das Gehirn vollständig und bildet die erste sogenannte häutige Schädelkapsel. Die Stücke, aus der diese Hülle hervorgeht, bezeichnet man als Kopfplatten, sie entsprechen ungefähr den Urwirbelplatten des hinteren Leibestheils. Der vordere Abschnitt enthält keine Chorda, er stellt sich als ein zusammenhängendes Stück dar, der hintere Theil dieser Kopfplatten wird noch von der Chorda durchzogen. Es umwachsen diese Platten, welche anfänglich neben der Chorda liegen, dieselbe nach und nach vollkommen und damit ist die Bildung des häutigen Schädels abgeschlossen, aus ihm entwickeln sich im Laufe der Zeit die das Gehirn einhüllenden Häute.

In seinen äusseren Schichten treten dann Verknorpelungen auf und zwar ungefähr im zweiten Monat, womit die spätere eigentliche Kapselbildung eingeleitet wird. Anfänglich verknorpelt nur die Schädelbasis, besonders die Keilbeine, das Felsenbein, Zitzenbein und Nasenbein; es bildet sich gleichsam eine kleine Knorpelschüssel, in der das Gehirn ruht, an welcher sich dann vorn die Keilbeine u. s. w. ansetzen. Man bezeichnet diese erste Schädelanlage, welche sich, da das Gehirn noch energisch wachsen muss, im oberen Theile nicht schliesst, als knorpeligen Primordialschädel; mit ihm treten sehr bald die Bildungen innerhalb der Nase, die Nasenmuscheln und Nasenscheidewand, dann die Gehörknöchelchen und der Meckel'sche Knorpel in Verbindung.

Die Schädelbasis wird zum Theil noch von der Chorda durchzogen, welche ungefähr bis zur Mitte des Rückenmarks reicht. Es gehen jetzt die Verknöcherungen in sehr verschiedener Weise vor sich. Theils treten in den Knorpeln des Primordialschädels Verknöcherungspunkte auf, aus denen sich dann bestimmte Schädelknochen bilden. So geht das Hinterhauptsbein aus vier Knochenpunkten hervor, das Keilbein anfänglich aus zweien, zu denen sich später sechs weitere hinzugesellen, das vordere Keilbein aus vier Kernen, welche ungefähr im sechsten Monat miteinander verschmelzen; ebenso legt sich das Siebbein innerhalb des knorpeligen Primordialschädels an, endlich auch das Felsenbein mit dem inneren Gehörorgane. Zweitens

entstehen Knochen auf den Knorpeln und den bindegewebigen Theilen der Schädelkapsel, es sind dies die sogenannten Deck- oder Belegknochen. Zu ihnen zählen wir den oberen Theil des Hinterhauptbeins, äussere Theile der Keilbeinfortsätze, dann die Scheitel-, Stirn- und Nasenbeine, die Thränenbeine, den Vomer, die Zwischenkiefer und die Schuppen der Schläfenbeine. Diese Knochen werden nicht erst knorpelig vorgebildet, sondern es entstehen die Knochenkerne innerhalb häutiger Membranen. Die Verknöcherung des Kopfes geht ungefähr gegen das Ende des zweiten und im Anfang des dritten Monats zuerst vor sich; verschiedene Knorpel des Primordialschädels verschwinden später wieder und bestehen zum Theil nur, wie z. B. der Meckel'sche Knorpel und der Rest des zweiten Kiemenbogens, als Bindegewebstheile weiter.

An diese Schädelkapsel setzen sich vorn die Knochen des Gesichts an. Es ist die Bildung derselben eine ziemlich complicirte; sie beginnt mit der Bildung der Kiemenbogen, von denen der obere ja vom Auge bis an die Nasengrube heranreicht; dieser bildet alsbald zwei Fortsätze, einen Ober- und einen Unterkieferfortsatz und innerhalb dieser geht dann die Entstehung der Kiefer des Schädels vor sich. Bei der Bildung des Oberkiefers rücken die oberen Theile des ersten Kiemenbogens weiter nach vorn vor und treten mit dem vor dem Gehirn herunterspringenden sogenannten Stirnfortsatz in Zusammenhang; dieser Stirnfortsatz bildet später die Nasenscheidewand. Sowie die Oberkieferbogen in der Mittellinie zusammengetreten sind, bilden sich im Innern Vorwölbungen, welche die Nasenhöhle von der Rachenhöhle vorn absperren und die wir als Gaumen bezeichnen; diese sogenannten Gaumenplatten treten mit dem Stirnfortsatz, d. h. der Nasenscheidewand in Verbindung und dadurch wird der Nasenraum vollständig in zwei Theile getrennt.

Ist die Verschmelzung des ersten Kieferbogens mit dem Schädeltheile eingetreten, so stülpt sich der Oberkieferfortsatz mehr nach unten vor, bleibt aber noch längere Zeit hindurch weich. Im unteren Kieferfortsatze bilden sich nun sehr bald Knorpel, welche zu den S. 312 besprochenen Gehörknöchelchen umgebildet werden und zum Theil den Meckel'schen Knorpel darstellen. Auf den Meckel'schen Knorpel, aber nicht in ihm, entstehen ungefähr innerhalb des dritten Monats die Verknöcherungen, welche wir als Unterkieferknochen bezeichnen. An die ersten Anlagen der Unterkieferknochen setzen sich nach hinten zu zwei Knorpel an, die zum Gelenkkopf des Unterkiefers werden, schliesslich treten die Verknöcherungen in der Mitte des Gesichts zusammen, worauf dann der Unterkiefer

spangenartig ausgebildet ist, aber in seinem vorderen Theile noch nicht vollständig miteinander verwächst. Etwas später bildet sich im Oberkieferfortsatz der Oberkiefer, welcher als Deckknochen auf dem Nasenknorpel des Primordialschädels entsteht, nach innen springen von ihm die Verknöcherungen der Gaumenbeine vor. Im Oberkieferfortsatz entwickelt sich weiterhin noch das Wangenbein ebenfalls als ein Deckknochen. Vorn unter der Nasenscheidewand entstehen zwei selbstständige Knochen, die sogenannten Zwischenkieferknochen, welche beim Menschen sehr frühzeitig mit dem Oberkieferknochen und untereinander verschmelzen, bei vielen Wirbelthieren aber zeitlebens selbstständig bleiben.

Die Schädelknochen wachsen nun dadurch, dass zwischen ihnen Stellen bleiben, die nicht sofort verknöchern, man bezeichnet diese Stellen als Nähte (*Suturen*). Am frühesten verschwinden die Nähte der Schädelbasis, worauf dann eine Verwachsung der Schädelbasisknochen eintritt; verhältnissmässig spät verwachsen erst die Nähte der oberen Kopfknochen und infolge dessen kann sich das Gehirn noch ziemlich weit ausdehnen. Am bekanntesten ist beim Neugeborenen die knochenfreie Stelle in der Mitte des oberen Kopfes, dort, wo die Stirn- und Scheitelbeine zusammenstossen. Diese Stelle hat die Bezeichnung Fontanelle erhalten, sie verwächst erst verhältnissmässig spät und ebenso bleiben die Stirnbeine und die Scheitelbeine oft zeitlebens voneinander getrennt, wobei ein constantes, wenn auch äusserst langsames Wachsthum der betreffendrn Schädeltheile stattfindet.

Die Entwickelung der Extremitäten. Die erste Anlage der Extremitäten ist noch äusserst wenig erforscht. Erst wenn sie äusserlich sichtbar werden, kann man mit Bestimmtheit ihre Entwickelung und Weiterbildung verfolgen. Man sieht schon frühzeitig die vorderen sowohl wie die hinteren Extremitäten als kurze Stummel auftreten, die aber durchaus keine Andeutung irgend welcher Gliederung zeigen, sie liegen stark nach dem Rücken zu und wandern erst später mehr nach der Bauchfläche hin, dadurch, dass der Rückentheil des Embryos ein stärkeres Wachsthum erfährt. Zuerst bemerkt man an diesen Extremitätenstummeln eine Abschnürung der Hand- und Fusstheile, dann erst bilden sich die Knickungen, welche wir als Ellenbogen und Knie bezeichnen; beim Arme ist die Knickung nach rückwärts gerichtet, beim Beine nach vorwärts. Anfänglich sind die Extremitäten selbstverständlich nur knorpelig vorgebildet, ebenso sind auch die Extremitätengürtel, der Schultergürtel und das Becken knorpelig. Bei den freien Theilen der Extremität liegt die

Knorpelmasse im Centrum der Stummel, ihr Wachsthum schreitet mit dem Wachsthum der letzteren fort. Zunächst lassen sich keine Gelenke an ihr unterscheiden, erst später treten zwischen je zwei Stücken Bänder auf, die histologisch von den nebenliegenden Theilen unterschieden sind. Die Verknöcherungen gehen in sehr eigenthümlicher Weise vor sich. Bei den langen Röhrenknochen, den Oberarm- und Oberschenkelknochen bildet sich zuvörderst in der Mitte ein Stück, die sogenannte Diaphyse, welche zuerst verknöchert und bei der Geburt als Knochenröhre auftritt. Oben und unten sitzen diesen Diaphysen die sogenannten Epiphysen auf, die lange Zeit hindurch, oft mehrere Jahre nach der Geburt nur aus Knorpel bestehen.

Wenn wir zuerst die Gürtel weiter betrachten, so finden wir, dass sich der Schultergürtel schon sehr frühzeitig entwickelt. Die Schlüsselbeine stellen zwei Knorpelspangen dar, welche vom Brustbein nach den Extremitäten zu gehen und in denen zu allererst innerhalb des ganzen Skeletts je ein Verknöcherungskern auftritt; am Brustbeine verkorpeln allerdings die Schlüsselbeine zwischen dem 15. und 25. Jahre vollständig. Das Schulterblatt legt sich ungefähr im dritten Monat mit einem mittleren Kerne an, zu dem dann später noch vier weitere Kerne hinzutreten.

Die erste Verknöcherung des Beckens beginnt ungefähr im vierten Monat im Darmbeine; anfänglich finden sich auch nur wenige Knochenkerne in den verschiedenen Beckentheilen, erst später kommen eine grössere Anzahl hinzu, und im siebenten Monate sind sowohl in dem Darmbeine als auch im Sitz- und Schambeine Verknöcherungspunkte aufgetreten, die Verknöcherung der drei Knochen im sogenannten Pfannentheil tritt aber erst im 14.—18. Lebensjahre ein.

Der Oberarmknochen bildet sich während des Embryonallebens in seinem Diaphysentheile aus, dann entstehen innerhalb des ersten bis zwölften Lebensjahres nacheinander in den Epiphysentheilen verschiedene Knochenkerne, und erst zwischen dem 16. und 20. Jahre findet eine Verschmelzung der Epiphyse mit der Diaphyse statt. Mit dem Unterarmknochen ist es ganz ähnlich, es sind die Diaphysen schon vor der Geburt verknöchert, die Epiphysen bilden aber erst im fünften bis elften Jahre ihre Knochenkerne aus. Die verschiedenen Handwurzelknochen sind nach der Geburt noch nicht vorhanden, sondern nur knorpelig angelegt, sie verknöchern langsam innerhalb der ersten zwölf Jahre des Lebens; die Mittelhandknochen und Fingerknochen zeigen schon im vierten Monat und zwar zuerst im zweiten,

dann im dritten, darauf im ersten, vierten und fünften Finger Verknöcherungspunkte, die Epiphysen derselben bekommen aber ebenfalls erst nach der Geburt in dem ersten Lebensjahre Knochenkerne.

Der Oberschenkelknochen legt sich in seinem Diaphysentheile schon im zweiten Monat an, kurz vor der Geburt bildet sich ein Knochenkern in der unteren Epiphyse desselben und bald nach der Geburt ein eben solcher in der oberen; später entstehen noch Kerne zwischen dem dritten bis vierzehnten Jahre in den sogenannten Trochanteren. Die Unterschenkelknochen verknöchern im mittleren Theile vor dem vierten Monate schon, in ihren Epiphysen aber erst in den ersten Jahren. Eine Verschmelzung der Diaphysen und Epiphysen findet beim Bein zwischen dem 18. und 20. Jahre statt. Die Fusswurzelknochen zeigen zum Theil schon vor der Geburt Verknöcherungen, zum Theil treten die Kerne erst später hervor; so kann sich in dem nach hinten gerichteten Fusswurzelknochen, dem Sporn, noch im 15. Jahre ein Knochenkern bilden. Die Mittelfuss- und Nebenknochen verhalten sich ähnlich wie die Knochen der Hand.

Darauf, dass die Verknöcherungen erst so spät eintreten, beruht vielfach das Wachsthum des gesammten Körpers; je früher die Knochen miteinander verschmelzen, um so schneller hört das Wachsthum des Körpers auf, um so kleiner bleiben die einzelnen Theile desselben. Auf den Umstand, dass in der Jugend die meisten Knochen noch nicht miteinander verschmolzen sind, beruht auch die Eigenthümlichkeit des jugendlichen Körpers, welche wir als Elasticität bezeichnen; später, wenn erst die einzelnen Suturen verschwunden und die Knochenkerne alle vollständig miteinander verschmolzen sind, wird das Skelett zwar sehr fest, aber auch sehr spröde, die Elasticität innerhalb der einzelnen Theile desselben geht auf ein Minimum zurück.

Neben dem Skelett legt sich das Muskelsystem an. Es beginnt mit der Bildung der sogenannten Urwirbel, welche sich ja als Verdickung im Mesoderm darstellen. Die Urwirbel trennen sich in zwei Platten, in eine obere, welche sich an die Wirbelanlage anschliesst und als Muskelplatte bezeichnet wird, und in eine untere, dem bleibenden Urwirbel. Aus diesen Muskelplatten gehen wahrscheinlich nach und nach die Muskeln des Körpers mit Ausnahme derjenigen der äusseren Haut und des Eingeweidesystems hervor, die letzteren entstehen aus jenen Mesodermschichten, welche sich mit dem Ektoderm und dem Entoderm verbinden und ausserdem

noch das Bindegewebe und die Blutgefässe u. s. w. innerhalb der Haut und der inneren Organe aus sich hervorgehen lassen.

Wenn der kindliche Körper ein gewisses Mass der Ausdehnung erreicht hat, so genügt für ihn nicht mehr die Nahrung, welche ihm durch die Placenta zugeführt wird, infolge dessen löst sich dann die kindliche Placenta von der mütterlichen ab, und sowie das geschehen ist, wird der gesammte Körper wie ein Fremdkörper innerhalb der Gebärmutter behandelt, d. h. die letztere versucht ihn auszustossen, es erfolgt die Geburt.

Register.

Verzeichniss der Abbildungen.

109/p

Druck von J. B. Hirschfeld in Leipzig.

